

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO BOGOTÁ EN EL SECTOR
DE CAJICÁ Y MUNICIPIOS VECINOS.**

Viviana Andrea Roa Baracaldo
Estudiante de Ingeniería Civil, Código u1100870.

Proyecto de Grado

Tutor
Jorge Luis Corredor Rivera
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2013

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO BOGOTÁ EN EL SECTOR
DE CAJICÁ Y MUNICIPIOS VECINOS.**

VIVIANA ANDREA ROA BARACALDO

Estudiante de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia,
u1100870@unimilitar.edu.co

**Trabajo de grado para optar el título de Ingeniera Civil.
IC-054-2012-1**

**Tutor
JORGE CORREDOR
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2013**

MAYOR GENERAL ® Eduardo Antonio Herrera Berbel
Rector

BRIGADIER GENERAL ® Alberto Bravo Silva
Vicerrector General

Dra. Martha Lucía Bahamón Jara
Vicerrectora Académica

MAYOR GENERAL ® Edgar Caballos Mendoza
Vicerrector Administrativo

Dr. Jose Ricardo Cure Hakim
Vicerrector de Investigaciones

Ingeniero Ernesto Villareal Silva
Decano Facultad de Ingeniería

Nota de aceptación.

Firma del Presidente de la Socialización

Firma del Tutor

Bogotá D.C, Marzo del 2013.

TABLA DE CONTENIDO

ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
1. MARCO LEGAL Y NORMATIVO	13
1.1. Documento CONPES 3320 del 2004.....	13
2. ESTADO DE LA CALIDAD HÍDRICA.....	15
2.1. CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ	15
2.2. ESTUDIOS ANTERIORES	16
2.3. OBJETIVOS DE LA CALIDAD DEL AGUA	18
2.4. CALIDAD DEL RÍO BOGOTÁ.....	19
2.4.1. Localización de los puntos de monitoreo.....	19
3. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD.....	21
3.1. Parámetros biológicos.....	21
3.2. Parámetros físicos	21
3.3. Parámetros químicos	22
4. ANÁLISIS DE LA CALIDAD HÍDRICA DEL RÍO BOGOTÁ.....	23
4.1. 2000 – 2002	23
4.1.1. pH.....	23
4.1.2. Temperatura.....	23
4.1.3. Oxígeno disuelto	24
4.1.4. Conductividad.....	24
4.1.5. Sólidos Suspendidos Totales	24
4.1.6. Demanda Química de Oxígeno	25
4.1.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	25
4.1.8. Nitritos	25
4.1.9. Sólidos Totales.....	26
4.1.10. Fosfatos.....	26
4.2. 2007 – 2011	26
4.2.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	27
4.2.2. Sólidos Suspendidos Totales	28
4.2.3. Oxígeno Disuelto	29
4.2.4. Coliformes Totales	30
4.1. Avances en la calidad del Río Bogotá	30
4.1.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	31
4.1.2. Sólidos Suspendidos Totales	33
4.1.3. Oxígeno Disuelto	35

4.1.4. Coliformes Totales	37
4.2. Evaluación actual frente a otros objetivos de calidad del agua	39
4.3. Seguimiento a la estación E3.....	41
CONCLUSIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXO A. DATOS RECOLECTADOS.	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cuenca del Río Bogotá	15
Figura 2. Objetivos de Calidad de la cuenca del río Bogotá.....	18
Figura 3. Localización puntos de muestreo, año 2000 al 2002.	20
Figura 4. Localización puntos de muestreo, año 2007 al 2011.	20
Figura 5. Promedio Anual de la DBO 2000 – 2011	32
Figura 6. Promedio Anual SST 2000 – 2011	34
Figura 7. Promedio Anual OD 2000 – 2011	36
Figura 8. Promedio Anual Coliformes Totales 2000 – 2011	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normatividad referente al Uso del Recurso Hídrico	13
Tabla 2. Condiciones ideales para el río.	14
Tabla 3. Clases de uso de la cuenca río Bogotá.	14
Tabla 4. Estudios anteriores.....	17
Tabla 5. Clases de uso de la cuenca del río Bogotá.	18
Tabla 6. Parámetros biológicos	21
Tabla 7. Parámetros físicos.....	21
Tabla 8. Parámetros químicos.....	22
Tabla 9. Promedio Plurianual pH 2000 – 2002.....	23
Tabla 10. Promedio Plurianual Temperatura 2000 – 2002.....	23
Tabla 11. Promedio Plurianual OD 2000 – 2002.	24
Tabla 12. Promedio Plurianual Conductividad 2000 – 2002.....	24
Tabla 13. Promedio Plurianual SST 2000 – 2002.	24
Tabla 14. Promedio Plurianual DQO 2000 – 2002.	25
Tabla 15. Promedio Plurianual DBO 2000 – 2002.....	25
Tabla 16. Promedio Plurianual Nitritos 2000 – 2002.	25
Tabla 17. Promedio Plurianual ST 2000 – 2002.....	26
Tabla 18. Promedio Plurianual Fosfatos 2000 – 2002.....	26
Tabla 19. Resultados Promedio Plurianual de la DBO 2007 – 2011.	27
Tabla 20. Resultados Promedio Plurianual SST 2007 – 2011.	28
Tabla 21. Resultados Promedio Plurianual OD 2007 – 2011.	29
Tabla 22. Resultados Promedio Plurianual CT 2007 – 2011.....	30
Tabla 23. Promedio Anual de la DBO 2000 – 2011.....	32
Tabla 24. Promedio Anual SST 2000 – 2011	34
Tabla 25. Promedio Anual OD 2000 – 2011.....	36
Tabla 26. Promedio Anual Coliformes Totales 2000 – 2011	38
Tabla 27. Evaluación de cumplimiento DBO Acuerdo 43 del 2006	39
Tabla 28. Evaluación de cumplimiento SST frente al Acuerdo 43 del 2006	39
Tabla 29. Evaluación de cumplimiento OD frente al Acuerdo 43 del 2006.....	40
Tabla 30. Evaluación de cumplimiento CT frente al Acuerdo 43 del 2006	40
Tabla 31. Promedio Anual pH y Temperatura - Estación E3.....	41
Tabla 32. Promedio Anual Conductividad y DBO - Estación E3.....	41

Tabla 33. Promedio Anual OD y Nitritos - Estación E3.	42
Tabla 34. Datos obtenidos Estación E3 Año 2000 - 2001.	47
Tabla 35. Datos obtenidos Estación E3 Año 2001 - 2002.	47
Tabla 36. Datos obtenidos Estación E3 Año 2002.	48
Tabla 37. Datos obtenidos Estación E3 Año 2009.	48
Tabla 38. Datos obtenidos Estación E3 Año 2010.	48

RESUMEN

Con este trabajo, se llevó a cabo un diagnóstico de las condiciones posteriores y actuales de los parámetros físico-químicos y microbiológicos en los que se encuentran algunos puntos a lo largo del río Bogotá en las estaciones ubicadas en la Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional (CAR) y en las estaciones monitoreadas por los estudiantes de la Universidad Militar Nueva Granada en Cajicá, para los años 2000 al 2011.

Para lograr el objetivo, se recopilaron datos de diez parámetros de calidad (pH, Temperatura del agua, Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Oxígeno Disuelto (OD), Nitritos, Fosfatos LR y Coliformes Totales (CT)); de las estaciones E1-Aguas Arriba de Villapinzón, E2-Aguas Debajo de Villapinzón, LG-El Espino, E3-Cajicá, LG-Puente Vargas y Aguas arriba de Chía, en los años anteriormente mencionados.

Como resultado, se obtuvo el análisis de su comportamiento con respecto a los Objetivos de Calidad (Acuerdo CAR Número 43 del 17 de Octubre de 2006), sus respectivos avances en el tiempo y el seguimiento exclusivo a la estación E3, ubicada en el Municipio de Cajicá.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to show the quality of the Bogota River at stations located in the jurisdiction of the Regional Autonomous Corporation (CAR) and the stations monitored by students of the Nueva Granada Military University in Cajicá, for the years 2000 to 2011.

To achieve the objective, data were collected from ten quality parameters (pH, water temperature, conductivity, biochemical oxygen demand (BOD5), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), Dissolved Oxygen (DO), Nitrite, Phosphate LR and Total Coliforms (CT)), at stations E1-Villapinzón upstream, E2-Villapinzón downstream, LG-El Espino, E3-Cajica, LG-Bridge Vargas and Chia Upstream, in the above mentioned years.

As a result, obtained the analysis of their behavior with respect to Quality Objectives (CAR Agreement No. 43 of October 17th, 2006), their progress over time and tracking exclusive E3 Station, located in the Municipality of Cajicá.

INTRODUCCIÓN

Un ingeniero civil dedica sus esfuerzos al planteamiento de soluciones para satisfacer las necesidades básicas de una población: vivienda, servicios sanitarios, construcciones para educación, entre otros; siendo uno de los más relevante, el abastecimiento de agua potable.

Diseñar y construir redes de alcantarillado, de acueducto, tanques de reserva, plantas de tratamiento; son algunas de las formas utilizadas para satisfacer esa necesidad y que tienen relación con el uso y la protección del agua.

Al trabajar el tema del agua, se tiene un pensamiento global, encaminado a procurar un equilibrio del entorno natural ofreciendo proyectos de aprovechamiento hídrico ecológicamente sostenibles.

La importancia de medir la calidad del agua superficial, determinando sus características físico-químicas y microbiológicas está en cumplir el objetivo de su influencia para el diseño, construcción y mantenimiento de las obras hidráulicas.

El deterioro en la calidad del recurso de la cuenca, está ocasionado por aportes importantes de contaminantes como las descargas de las aguas residuales no tratadas provenientes de los alcantarillados municipales. Esto se evidencia en las altas concentraciones en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), en los Sólidos Suspendidos Totales (SST), así como la disminución del Oxígeno Disuelto, elevadas concentraciones de Coliformes Totales, que impiden el uso del río e influyen en la salud humana de forma negativa.

Por lo anterior, es trascendental realizar el seguimiento al recurso hídrico; esto con el fin de verificar el cumplimiento de la normatividad nacional vigente (Decreto 1594 de 1984 y Decreto 3930 de 2010) y acogida por la Corporación Autónoma Regional CAR con los Objetivos de Calidad para la cuenca del río Bogotá.

1. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

El uso, calidad y saneamiento del agua, están enmarcadas en las normas emitidas desde los diferentes entes competentes de orden nacional y regional como son el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. Para este trabajo, se tomarán en cuenta las normas mostradas en la siguiente tabla y las especificadas fuera de él.

Tabla 1. Normatividad referente al Uso del Recurso Hídrico

Norma	Objetivo	Descripción
Decreto 1594 de 1984	Del día 26 de Junio de 1984 del Ministerio de Agricultura, Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI-Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.	<p>“Artículo 38.- Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso humano y doméstico e indican que para su potabilización se requiere tratamiento convencional.”</p> <p>“Artículo 39.- Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso humano y doméstico e indican que para su potabilización se requiere tratamiento de desinfección.”</p> <p>“Artículo 40.- Criterios de calidad admisibles para uso agrícola.”</p> <p>“Artículo 41.- Criterios de calidad admisibles para uso pecuario.”</p>
Ley 99 de 1993	Del día 22 de Diciembre de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente, los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema nacional Ambiental –SINA- y se dictan otras disposiciones.	“Artículo 42.- Tasas Retributivas y Compensatorias. La utilización directa o indirecta de la atmósfera, del agua y del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicio, sean lucrativas o no lucrativas, se sujetará al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas”.
Decreto 1729 de 2002	Del 6 de Agosto de 2002, Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.	“Artículo 4.- Finalidades, principios y directrices de la ordenación. La ordenación de una cuenca tiene por objeto principal el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos”.
Decreto 3100 de 2003	Del 30 de Octubre del 2003, derogado por el Decreto Nacional 2667 de 2012, por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.	“Artículo 12.- Determina que para efectos de establecer la meta individual de reducción de carga contaminante, los usuarios prestadores del servicio de alcantarillado sujetos al pago de la tasa deberán presentar a la autoridad ambiental, el Plan de Saneamiento y Manejo de los Vertimientos de conformidad con la reglamentación que para el efecto establezca el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, plan que deberá contener las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos”.

Fuente: Boletín de Calidad de las Cuencas de la Jurisdicción CAR 2007-2009

1.1. Documento CONPES 3320 del 2004

Del día 6 de Diciembre de 2004 del Departamento Nacional de Planeación (DNP), somete a consideración del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) un conjunto de medidas orientadas a optimizar el manejo ambiental del río Bogotá, con el propósito de asegurar el cubrimiento de la demanda de bienes y servicio del río de manera sostenible.

Define la estrategia ambiental para el manejo del río Bogotá. Realizó un análisis específico de la situación actual de este río, planteando unas metas

alcanzables para el año 2020; por lo cual dispuso un plan de acción cuya proyección está planteado bajo el principio de gradualidad y acorde con los recursos económicos para desarrollo, debe propender por el cumplimiento de los Objetivos de Calidad, en la búsqueda de unas condiciones que podrían considerasen ideales para el río y cuyos parámetros corresponderían a los siguientes:

Tabla 2. Condiciones ideales para el río.

Parámetro	Condiciones Ideales
DBO (mg/L)	<7
SST (mg/L)	<10
OD (mg/L)	>4
CT (NMP/100ml)	1000

Fuente: Estudio "Propuesta de Metodología para la determinación de los objetivos de calidad de la cuenca del río Bogotá" CAR, 2006.

1.2. Acuerdo Número 43 de 2006

Del 17 de Octubre de 2006 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, por el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020, que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Clases de uso de la cuenca río Bogotá.

CLASE	DESCRIPCIÓN	DBO (mg/L)	SST (mg/L)	OD (mg/L)	CT (NMP/100ml)
CLASE I	Corresponde a los valores asignados para uso humano y doméstico con tratamiento convencional, uso agrícola con restricciones y uso pecuario e industrial.	7	10	4	5000
CLASE II	Corresponde a los valores asignados para uso de consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación de Flora y Fauna, uso agrícola y pecuario.	7	10	>4	20000
CLASE III	Corresponde a los valores asignados a la calidad de los embalses, lagunas y humedales y demás cuerpos lenticos, ubicados dentro de la cuenca del río Bogotá	20	20	>4	5000
CLASE IV	Corresponde a los valores de los usos de agua para usos agrícolas con restricciones y pecuarios	50	40	NA	20000
CLASE V	Corresponde a los valores de los usos de agua para generación de energía y usos industrial	70	50	NA	NA

Fuente: Acuerdo 43 de 2006, CAR

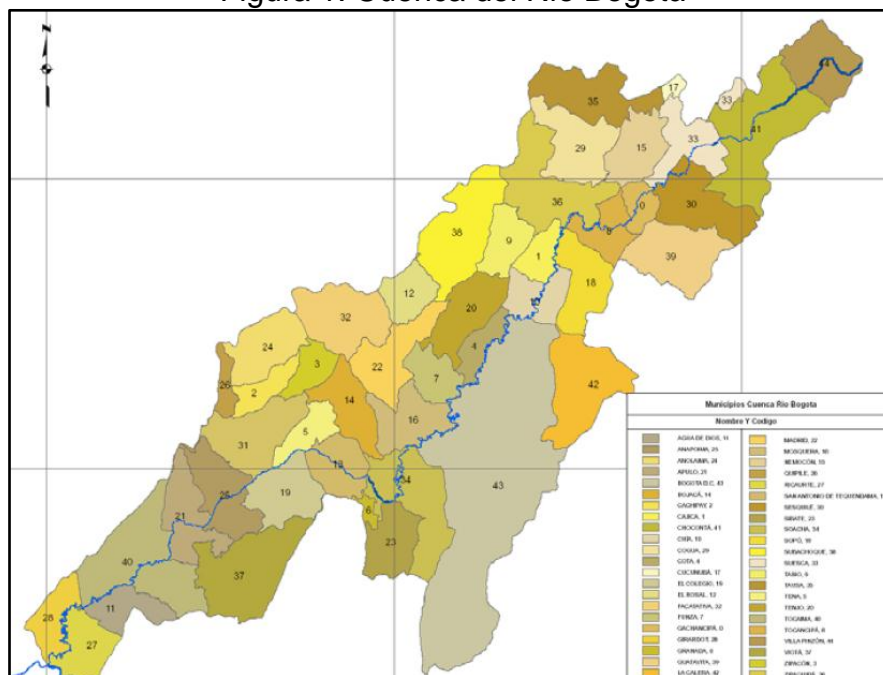
2. ESTADO DE LA CALIDAD HÍDRICA

La calidad del recurso hídrico es importante para poder determinar el desarrollo de las actividades que se quieran prever en la cuenca; ya sea para consumo humano, consumo doméstico, preservación de flora y fauna, uso agrícola o uso pecuario.

2.1. CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ

La cuenca hidrográfica del río Bogotá está ubicada en el departamento de Cundinamarca. Limita al norte con el departamento de Boyacá, al sur con el departamento del Tolima, al occidente con las cuencas de los ríos Sumapaz, Magdalena, Negro, Minero, Suárez, Blanco, Gacheta y Machetá. La cuenca del río Bogotá está conformada por 45 municipios y el Distrito Capital, como se muestra en la ilustración:

Figura 1. Cuenca del Río Bogotá



Fuente: CAR – Subdirección de Recursos Naturales 2009.

A través del Acuerdo 58 del 3 de Noviembre de 1987, de la Corporación Autónoma Regional; la CAR ha distinguido tres zonas que generan tres cuencas a lo largo de la trayectoria del Río Bogotá. Para este proyecto, sólo se estudiará la zona de Cuenca Alta, que comprende desde el nacimiento del Río Bogotá, en Villapinzón hasta el Puente de la Virgen; observando las estaciones E1-Aguas Arriba de Villapinzón, E2-Aguas Debajo de Villapinzón, LG-El Espino, E3-Cajicá, LG-Puente Vargas y Aguas arriba de Chía (Ver punto 4.4.1. Localización de los puntos de seguimiento).

2.2. ESTUDIOS ANTERIORES

Julia Sierra, Alexandra Jaime y Andrea Mora. Monitoreo de parámetros físico-químicos, en la cuenca alta del Río Bogotá. Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 12 Junio de 2002, 23-30p: ISSN 0124-8170.

En este documento se tuvo en cuenta los siguientes aspectos físicos: turbiedad, temperatura y conductividad; y aspectos químicos: el oxígeno disuelto, la demanda química de oxígeno, pH, alcalinidad total, acidez, dureza, cloruros, amonio, nitritos, nitratos, fosfatos altos y bajos, sulfatos, cromo, cobre y cloro total. El trabajo de campo se llevó a cabo en tres estaciones ubicadas en la Cuenca Alta del Río Bogotá que se denominan E-1 localizadas aguas arriba del Municipio de Villapinzón, la Estación E-2 localizada 8 kilómetros aguas debajo de la cabecera municipal y finalmente la E-3 que se encuentra ubicada en las instalaciones de la Hacienda Río grande en Cajicá.

En la Estación E-3 se obtuvo que el oxígeno disuelto presenta valores muy bajos, entre 1.2 y 5.6 mg/L; la DBO₅ presenta estabilidad, variando entre 3.6 y 24.8 mg/L (dando a entender que se presenta un bajo grado de contaminación); la concentración de cromo presenta una disminución al paso del tiempo variando entre 0.06 a 0.23 mg/L; el fósforo varía entre 8.7 y 42 mg/L, el amonio varía entre 0.01 y 3.30 mg/L, los sulfatos varían entre 10 y 72 mg/L.

Muchos de estos resultados se compararon con el Decreto 1594 de 1984 y se determinó que no cumplían con la normativa para consumo humano y doméstico. Por lo tanto, se concluyó que la Estación E-3 presenta mayor contaminación, ya que recibe gran cantidad de vertimientos provenientes de las industrias y los alcantarillados municipales (Jaime, Mora, & Sierra, 2002).

Carolina Peña Guzmán. Procesos de monitoreo a la calidad hídrica del Río Bogotá realizados por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR- Bogotá, 2010. Trabajo de grado (Magíster en Gestión Ambiental). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales.

En este trabajo se dice que la Corporación Autónoma Regional –CAR- no cuenta con un análisis de los procesos de gestión y de monitoreo a la calidad hídrica realizada en la subcuenca del Río Alto de Bogotá. Por tal motivo, empleando métodos cualitativos como el análisis de la información primaria y secundaria, se identifica históricamente los cambios sufridos y se evidencia las posibles fortalezas y debilidades. Se divide en 4 capítulos en los cuales se describen los principales momentos históricos de la Corporación Autónoma Regional con respecto al agua desde el año 1961 hasta el año 2008 y las principales metodologías de gestión adoptadas para los parámetros de monitoreo (Peña Guzmán, 2010).

Jaime Zambrano, Jimena Alexandra Mora Pinzón, Miryan Andrea. Monitoreo de calidad del agua: aspectos físico-químicos, cuenca alta del

río Bogotá, 2002. Trabajo de grado (Ingeniero civil). Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería Civil.

Este trabajo tiene como objetivo realizar la caracterización físico-química para el agua del Río Bogotá en las estaciones E-1 ubicada aguas arriba de la cabecera municipal de Villa pinzón, la estación E-2 localizada 8 km aguas abajo de la cabecera municipal y la tercera estación, E-3 que se encuentra ubicada en las instalaciones de la Hacienda Rio grande de propiedad de la Universidad Militar Nueva Granada, sobre la vía Cajicá-Bogotá con el fin de hacer un diagnóstico de la situación actual del río. Para la recolección de las muestras de agua y la medición de parámetros físico-químicos se hicieron salidas de campo a 105 puntos estratégicos mencionados anteriormente, realizando 105 ensayos necesarios para determinar los valores de cada parámetro mediante la aplicación de la metodología Standard Methods ("Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y aguas residuales"). Presenta los capítulos 1, 2 y 3 que contienen la recopilación de información ya existente, la descripción general del área del proyecto, la descripción sobre la calidad del agua y los parámetros físico-químicos, el procesamiento de los datos arrojados por los ensayos de laboratorio y su correlación por medio de gráficas, cuyo análisis permite dar un diagnóstico mediante la comparación de los mismos parámetros presentados por la CAR en su trabajo de Monitoreo del Río Bogotá. Dicho diagnóstico como conclusión en un capítulo 4. (Zambrano, Mora Pinzón, & Miryan, 2002)

Por otra parte, para la recopilación, procesamiento y análisis de los datos cuantitativos obtenidos en los años 2002 al 2011, se tuvo en cuenta los siguientes trabajos realizados por los estudiantes de la Universidad Militar Nueva Granada:

Tabla 4. Estudios anteriores

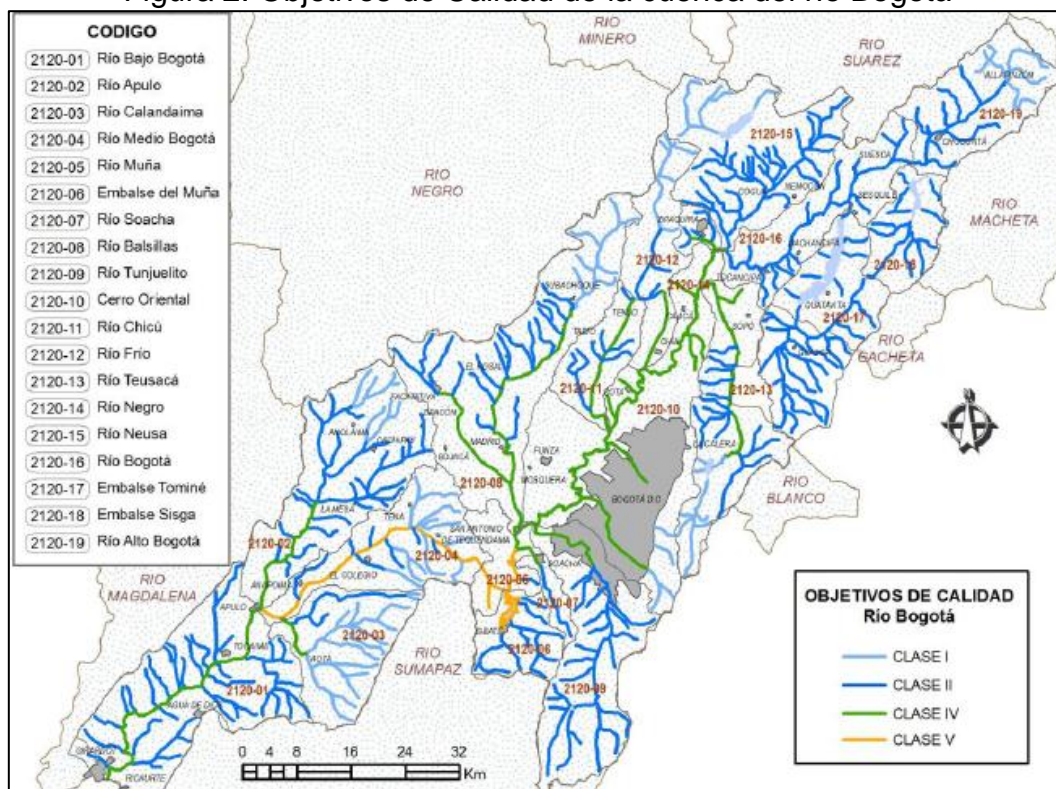
Año	Autor (es)	Título
2002	Jaime, Alexandra	Monitoreo de parámetros físico-químicos, en la cuenca alta del Río Bogotá.
2002	Zambrano, Jaime	Monitoreo de calidad del agua: aspectos físico-químicos, cuenca alta del río Bogotá.
2010	Pinzón Solano, René Orlando	Caracterización química del agua del río Bogotá fase V caso de estudio tramo desde la confluencia del río Neusa hasta la intersección vía Autopista norte Cajicá.
2010	Valencia Aguilar, César Mauricio	Caracterización química del agua del río Bogotá fase I. Caso de estudio tramo desde la confluencia del río Neusa hasta la intersección vía autopista norte - Cajicá.
2011	Puentes Muñoz, Magda Viviana	Caracterización hidrológica y de calidad de agua para el río Bogotá. Tramo comprendido entre la confluencia del río Neusa hasta la intersección vía Autopista Norte - Cajicá. aspectos microbiológicos.
2011	Ramírez Echeverry, Sebastian	Evaluación de los índices de calidad (ICAs) para el río Bogotá. Caso de estudio: tramo Tibitoc - Cajicá.
2011	Vélez Flórez, Mateo	Caracterización hidrológica y de calidad de agua para el río Bogotá. Tramo comprendido entre la confluencia del río Neusa hasta la intersección vía autopista norte - Cajicá.

Fuente: Repositorio Institucional de la Universidad Militar Nueva Granada

2.3. OBJETIVOS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los objetivos de la calidad del agua para esta cuenca, se establecieron en el Acuerdo 43 del 2006 (Ver Capítulo 1. Marco legal y normativo), teniendo en cuenta cinco usos del agua. De acuerdo a la localización de los municipios de estudio en la siguiente ilustración, se obtienen las clases de uso de la cuenca río Bogotá.

Figura 2. Objetivos de Calidad de la cuenca del río Bogotá



Fuente: CAR. Subdirección Desarrollo Ambiental Sostenible, 2010

Por consiguiente, para este trabajo las clases de uso que se deben cumplir para las estaciones en estudio, están relacionadas en la tabla 5.

Tabla 5. Clases de uso de la cuenca del río Bogotá.

ESTACIÓN	CLASE	OBJETIVO CALIDAD (Acuerdo Número 43 de 2006, CAR)			
		DBO (mg/L)	SST (mg/L)	OD (mg/L)	CT (NMP/100 mL)
		Valor máximo	Valor máximo	Valor máximo	Valor máximo
Estación E1 - Aguas Arriba de Villapinzón	II	7	10	>4	20000
Estación E2 - Aguas Debajo de Villapinzón	II	7	10	>4	20000
Estación LG - El Espino	IV	50	40	—	20000
Estación E3 - Cajicá	IV	50	40	—	20000
Estación LG - Puente Vargas	IV	50	40	—	20000
Aguas Arriba de Chía	IV	50	40	—	20000

* Clase II: Corresponde a los valores asignados para el uso de consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación de Flora y Fauna, uso agrícola y pecuario.

** Clase IV: Corresponde a los valores de los usos de agua para usos agrícolas con restricciones y pecuarios.

Fuente: Acuerdo 43 de 2006, CAR

2.4. CALIDAD DEL RÍO BOGOTÁ

El seguimiento a la calidad del recurso hídrico de la cuenca está a cargo de la Corporación Autónoma Regional CAR, y se realiza a través de la red de muestreo de calidad hídrica localizada sobre el río Bogotá.

La CAR regularmente realiza programas de monitoreo de los ríos en su área de jurisdicción. Se realizan dos campañas anuales, que cubren períodos de verano e invierno. En el Río Bogotá se encuentran 24 puntos de control, en donde se toman muestras para el análisis físico-químico, bacteriológico y biológico. Las estaciones a estudiar, de la Corporación Autónoma Regional CAR, son:

- a. Estación LG – El Espino
- b. Estación LG- Puente Vargas
- c. Aguas Arriba de Chía

La Universidad Militar Nueva Granada, en el Campus localizado en Cajicá, igualmente es su deseo hacerle un seguimiento aperiódico a esta cuenca, monitorea desde 3 puntos a lo largo del río, los cuales son:

- a. E-1 Aguas Arriba de Villapinzón,
- b. E-2 Aguas Debajo de Villapinzón
- c. E-3 Hacienda RíoGrande (propiedad de la Universidad Militar Nueva Granada).

A continuación se presenta la localización de los puntos que se utilizaron para la recolección de datos cuantitativos y el análisis de la calidad del río Bogotá en esos lugares.

2.4.1. Localización de los puntos de monitoreo

En análisis del comportamiento de la calidad del río Bogotá, se basa en la información recolectada en cada uno de los puntos de monitoreo. Los mapas que se presentan a continuación corresponden a la distribución de los puntos de monitoreo, identificados sobre el cauce principal del río Bogotá.

A. Año 2000 al 2002

La toma de datos se desarrolló en tres estaciones ubicadas en la cuenca Alta del río Bogotá: E-1 Aguas Arriba de Villapinzón, E-2 Aguas Debajo de Villapinzón y E-3 Hacienda RíoGrande (propiedad de la Universidad Militar Nueva Granada); las cuales se ven identificadas en la figura 3.

Figura 3. Localización puntos de muestreo, año 2000 al 2002.



Fuente: Monitoreo de parámetros físico-químicos, en la cuenca alta del Río Bogotá (Jaime, Mora, & Sierra, 2002)

B. Año 2007 al 2011

La toma de datos se desarrolló en tres estaciones ubicadas en la cuenca Alta del río Bogotá: Estación LG – El Espino, Estación LG- Puente Vargas y Aguas Arriba de Chía; las cuales se ven identificadas en la siguiente ilustración.

Figura 4. Localización puntos de muestreo, año 2007 al 2011.



Fuente: CAR. Subdirección Desarrollo Ambiental Sostenible, 2010.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD

Según RAS 2000 (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico), en el Título C: Sistemas de potabilización, Capítulo C.2: Aspectos de calidad del agua y su tratabilidad se dice que: “La calidad de la fuente debe caracterizarse de la manera más completa posible para poder identificar el tipo de tratamiento que se necesita y los parámetros de interés en periodo seco y de lluvia. Además, la fuente debe cumplir con lo exigido en el Decreto 1594 del 26 de junio de 1984, en sus artículos 37 y 38”.

En las siguientes tablas se presentan la clasificación de los niveles de calidad de las fuentes de abastecimiento en función de unos parámetros mínimos de análisis físico-químicos y microbiológicos; con sus respectivos valores máximos admisibles del Acuerdo 43 del 2006 (Ver Capítulo 1. Marco legal y normativo).

3.1. Parámetros biológicos

Tabla 6. Parámetros biológicos

PARÁMETROS	SÍMBOLO	UNIDADES DE	DESCRIPCIÓN	Máximo Permitido	
				Clase II*	Clase IV*
Biológicos					
Coliformes Totales	CT	NMP/100	Son un grupo de microorganismos que se encuentran en el suelo, aguas sobre la superficie y en las plantas, e igualmente, están presentes en los humanos. Estas bacterias son usadas como indicadores en pruebas de agua, ya que su presencia señala la existencia, en el agua, de excremento o desechos de alcantarillas.	20000	20000

* Objetivos de calidad según el Acuerdo Número 43 de 2006, CAR.

Fuente: Acuerdo 43 del 2006, CAR 2006.

3.2. Parámetros físicos

Tabla 7. Parámetros físicos

PARÁMETROS	SÍMBOLO	UNIDADES DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	Máximo	Permitido
				Clase II*	Clase IV*
Físicos					
Conductividad	-	µS	Su medida se utiliza para determinar la salinidad del agua; a mayor salinidad, mayor conductividad. Tiene una relación directamente proporcional con los sólidos disueltos: a mayor cantidad de sólidos disueltos en el agua, mayor conductividad.	-	-
Temperatura del agua	T	°C	Sirve para determinar si hay o no incorporación de agua caliente procedente de casas e industrias. Una alta temperatura afecta el desarrollo de la vida acuática, las velocidades de las reacciones químicas y la aptitud del agua para distintos usos.	-	-

* Objetivos de calidad según el Acuerdo Número 43 de 2006, CAR.

Fuente: Acuerdo 43 del 2006, CAR 2006.

3.3. Parámetros químicos

Tabla 8. Parámetros químicos

PARÁMETROS	SÍMBOLO	UNIDADE S DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	Máximo	Permitido
				Clase II	Clase IV
Químicos					
pH	-	Unidades	Es la forma de expresar la concentraciones de iones de hidrógeno [H+]. Entre más alta sea la concentración de pH, menor es el grado de disociación de algunas sustancias.	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	Oxígeno disuelto y requerido por los organismos para la descomposición aeróbica de la materia orgánica presente en el agua. Las cargas de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) se definen como el oxígeno en masa (miligramos, gramos, kilogramos, toneladas, etc.) que se requiere para degradar materia orgánica, tanto por la vía biológica como por la química, en cierto tiempo determinado, ya sean en minutos, horas, días o años.	7	50
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	Mide la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua.	-	-
Fosfatos	P	mg/L	Su medición es importante ya que son nutrientes de las plantas y conduce al crecimiento de algas en las aguas superficiales. Cuando las algas mueren, su proceso de descomposición dan como resultado una demanda de oxígeno. Por lo tanto, a mayor concentración de fostatos, mayor cantidad de materia orgánica, menor demanda de oxígeno.	-	-
Nitritos	N	mg/L	Es un indicativo de contaminación de carácter fecal reciente. Los nitritos en concentraciones elevadas reaccionan dentro del organismo con aminas y amidas secundarias y terciarias formando nitrosaminas de alto poder cancerígeno y tóxico.	-	-
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	Es un indicador de cómo está el agua de contaminada o de lo bien que puede dar soporte a la vida vegetal y animal. Un nivel alto de oxígeno disuelto indica una agua de mejor calidad.	>4	-
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/L	Es la medición de aquellas partículas dispersas en el agua (orgánicas e inorgánicas). Es importante como indicador ya que su presencia disminuye el paso de la luz a través de agua evitando su actividad fotosintética en las corrientes, importante para la producción de oxígeno.	10	40
Sólidos Totales	ST	mg/L	Incluye el material disuelto como el material suspendido. Es importante este indicador para el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales y para evaluar el cumplimiento de las limitaciones.	-	-

* Objetivos de calidad según el Acuerdo Número 43 de 2006, CAR.

Fuente: Acuerdo 43 del 2006, CAR 2006

4. ANÁLISIS DE LA CALIDAD HÍDRICA DEL RÍO BOGOTÁ

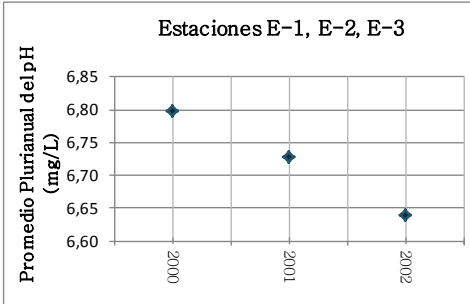
4.1. 2000 – 2002

Se analizaron 11 parámetros de calidad, entre ellos físicos, químicos y microbiológicos, con base en los resultados reportados en la campañas de los años 2000, 2001 y 2002, de las estaciones:

- ✓ E-1 Aguas Arriba de Villapinzón
- ✓ E-2 Aguas Debajo de Villapinzón
- ✓ E-3 Hacienda RíoGrande (propiedad de la Universidad Militar Nueva Granada).

4.1.1. pH

Tabla 9. Promedio Plurianual pH 2000 – 2002.

ESTACIONES	RESULTADOS			
 <p>Estaciones E-1, E-2, E-3</p>	Tiene un comportamiento diferenciable para las tres estaciones del río Bogotá: La primera estación E-1 Aguas Arriba de Villapinzón, reporta 6.80 de pH promedio anual. La segunda estación E-2 Aguas Debajo de Villapinzón, el pH reporta un promedio anual de 6.73. La tercera estación E-3 Hacienda RíoGrande, reporta un pH promedio anual de 6.64.			
	Punto de Monitoreo	Promedio pH Año 2000 - 2002	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
	Estación E-1	6,80	/	Cumple
	Estación E-2	6,73	/	Cumple
	Estación E-3	6,64	/	Cumple

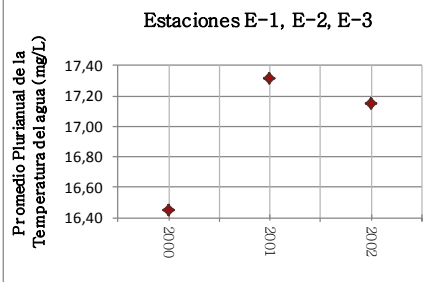
* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR no se estableció un valor máximo permisible del pH

** El Decreto 1594 de 1984, el valor máximo permisible para la destinación del recurso para uso agrícola del pH debe estar entre 4.5 - 9.0 unidades

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2000 -2002

4.1.2. Temperatura

Tabla 10. Promedio Plurianual Temperatura 2000 – 2002.

ESTACIONES	RESULTADOS			
 <p>Estaciones E-1, E-2, E-3</p>	El comportamiento de la Temperatura del agua es poco variable con respecto al tiempo según los datos obtenidos. La primera estación E-1 presenta un valor de 16.44 °C promedio anual. La segunda estación E-2 presenta un valor de 17.31 °C promedio anual. La tercera estación E-3 una temperatura de promedio anual de 17.15 °C.			
	Punto de Monitoreo	Promedio Temperatura H ₂ O Año 2000 - 2002	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
	Estación E-1	16,44	/	Cumple
	Estación E-2	17,31	/	Cumple
	Estación E-3	17,15	/	Cumple

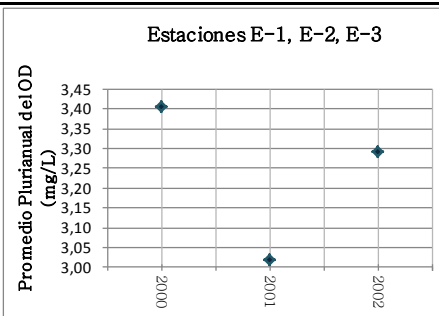
* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR no se estableció un valor máximo permisible de la temperatura del agua

** En el Decreto 1594 de 1984, el valor máximo permisible que todo vertimiento a un cuerpo de agua debe cumplir es de T ≤ 40°C

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2000 -2002

4.1.3. Oxígeno disuelto

Tabla 11. Promedio Plurianual OD 2000 – 2002.

ESTACIONES	RESULTADOS			
<p>Estaciones E-1, E-2, E-3</p> 	<p>Según la Figura 2. Objetivos de Calidad de la cuenca del río Bogotá, para la Estación E-1 y E-2 se tiene una clase de uso II y para la Estación E-3 se tiene una clase de uso IV según el Acuerdo 43 del 2006. Por lo tanto, para las dos primeras estaciones las concentraciones de OD se encuentran por debajo de lo autorizado ($OD \geq 4 \text{ mg/L}$), con valores de 3.40 y 3.02 mg/L, respectivamente. La última estación, teniendo una clase IV de uso, no tiene valor máximo permisible según el Acuerdo 43 del 2006, y presenta un valor de 3.29 mg/L.</p>			
	Punto de Monitoreo	Promedio OD Año 2000 - 2002	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
	Estación E-1	3,40	No cumple	No cumple
	Estación E-2	3,02	No cumple	No cumple
	Estación E-3	3,29	/	No cumple


* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR se estableció un valor máximo permisible del contenido de OD en el agua. Para las estaciones E1 y E2 su valor máximo es $OD > 4 \text{ mg/L}$; y para la estación E3, no se estableció ningún valor máximo permisible

** En el Decreto 1594 de 1984, el valor mínimo permisible de OD en el agua es de 5,1 mg/L

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2000 -2002

4.1.4. Conductividad

Tabla 12. Promedio Plurianual Conductividad 2000 – 2002.

ESTACIONES	RESULTADOS			
<p>Estaciones E-1, E-2, E-3</p> 	<p>La conductividad eléctrica del agua también depende de la temperatura del agua: mientras más alta sea la temperatura, más alta es la conductividad eléctrica. En la primera Estación E-1 presenta un valor de 16.44 °C promedio anual y presenta una conductividad eléctrica promedio anual es de 158.33 uS. La segunda Estación E-2 presenta un incremento tanto de la temperatura promedio anual como de la conductividad promedio anual, con valores de 17.31 °C y 219.47 uS. En la tercera Estación E-3, se vuelve a observar la disminución de la temperatura promedio anual y la conductividad promedio anual con valores de 17.15 °C y 178.32 uS, respectivamente.</p>			
	Punto de Monitoreo	Prom. Conductividad Año 2000 - 2002	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
	Estación E-1	158,33	/	Cumple
	Estación E-2	219,47	/	Cumple
	Estación E-3	178,32	/	Cumple

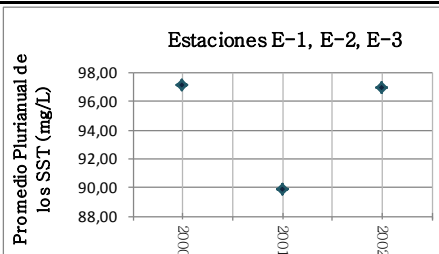
* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR no se estableció un valor máximo permisible de la conductividad

** En el Decreto 1594 de 1984, el valor máximo permisible de la conductividad es de 50 a 1000µS

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2000 -2002

4.1.5. Sólidos Suspendedos Totales

Tabla 13. Promedio Plurianual SST 2000 – 2002.

ESTACIONES	RESULTADOS			
<p>Estaciones E-1, E-2, E-3</p> 	<p>Se muestran valores de 97.08 mg/L para la estación E-1, de 89.82 mg/L para la estación E-2 y de 96.90 mg/L para la estación E-3. Las dos primeras estaciones las concentraciones de SST se encuentran por encima de lo autorizado (SST: 10 mg/L); e igualmente, E-3 presenta concentraciones de SST promedios anuales mayores a lo autorizado por su clase IV (SST: 40 mg/L).</p>			
	Punto de Monitoreo	Promedio SST Año 2000 - 2002	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
	Estación E-1	97,08	No cumple	/
	Estación E-2	89,82	No cumple	/
	Estación E-3	96,90	No cumple	/

* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR se estableció un valor máximo permisible del contenido de OD en el agua. Para las estaciones E1 y E2 su valor máximo es $SST = 10 \text{ mg/L}$ y para la estación E3, $SST = 40 \text{ mg/L}$

** En el Decreto 1594 de 1984, no se especifica un valor máximo permisible de los SST

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2000 -2002

4.1.6. Demanda Química de Oxígeno

Tabla 14. Promedio Plurianual DQO 2000 – 2002.

ESTACIONES	RESULTADOS			
<p>Estaciones E-1, E-2, E-3</p>	La concentración de DQO tiene un comportamiento decendente en las tres estaciones ubicadas a lo largo del río Bogotá. Sus valores deciden de 30.40 mg/L a 20.01 mg/L promedio anuales.			
	Punto de Monitoreo	Promedio DQO Año 2000 - 2002	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
	Estación E-1	30,40	/	No cumple
	Estación E-2	26,92	/	No cumple
	Estación E-3	20,01	/	No cumple

* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR no se estableció un valor máximo permisible de la Demanda Química de Oxígeno.

** En el Decreto 1594 de 1984, el valor máximo permisible de DQO presente en el agua es de 20 mg/L.

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2000 -2002

4.1.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Tabla 15. Promedio Plurianual DBO 2000 – 2002.

ESTACIONES	RESULTADOS			
<p>Estaciones E-1, E-2, E-3</p>	Al igual que la DQO, la DBO presenta un comportamiento decendente; se muestran valores promedios anuales de 12.81 mg/L para la estación E-1, de 16.21 mg/L para la estación E-2 y de 15.45 mg/L para la estación E-3. Las dos primeras estaciones las concentraciones de DBO se encuentran por encima de lo autorizado (DBO: 7 mg/L); por otro lado, E-3 presenta concentraciones de SST promedios anuales menores a lo autorizado por su clase IV (DBO: 50 mg/L).			
	Punto de Monitoreo	Promedio DBO Año 2000 - 2002	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
	Estación E-1	12,81	No cumple	Cumple
	Estación E-2	16,21	No cumple	Cumple
	Estación E-3	15,45	Cumple	Cumple

* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR se estableció un valor máximo permisible de DBO. Para las estaciones E1 y E2 su valor máximo es DBO=7mg/L y para la estación E3, DBO=50mg/L

** En el Decreto 1594 de 1984, el valor máximo permisible de DBO=15mg/L

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2000 -2002

4.1.8. Nitritos

Tabla 16. Promedio Plurianual Nitritos 2000 – 2002.

ESTACIONES	RESULTADOS			
<p>Estaciones E-1, E-2, E-3</p>	La presencia de nitritos en el agua es un indicativo de contaminación con materia fecal. Valores mayores a 0.1 mg/L pueden presentar problemas de toxicidad dependiendo del pH. Se muestran valores promedios anuales de 0.22 mg/L para la estación E-1, de 0.10 mg/L para la estación E-2 y de 0.21 mg/L para la estación E-3.			
	Punto de Monitoreo	Promedio Nitritos Año 2000 - 2002	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
	Estación E-1	0,22	/	Cumple
	Estación E-2	0,10	/	Cumple
	Estación E-3	0,21	/	Cumple

* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR no se estableció un valor máximo permisible de Nitritos

** En el Decreto 1594 de 1984, el valor máximo permisible para la destinación del recurso para uso pecuario de Nitritos=10 mg/L.

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2000 -2002

4.1.9. Sólidos Totales

Tabla 17. Promedio Plurianual ST 2000 – 2002.

ESTACIONES		RESULTADOS			
	Estaciones E-1, E-2, E-3	Tiene un comportamiento ascendente para las tres estaciones ubicadas a lo largo del río Bogotá: La primera estación E-1 Aguas Arriba de Villapinzón, reporta 237.31 mg/L de concentración promedio anual de ST. La segunda estación E-2 Aguas Debajo de Villapinzón, reporta un promedio anual de 270.18 mg/L de concentración de ST. La tercera estación E-3 Hacienda RíoGrande, reporta un promedio anual de ST de 316.18 mg/L.			
		Punto de Monitoreo	Promedio ST Año 2000 - 2002	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación E-1	237,31	/	Cumple
		Estación E-2	270,18	/	No cumple
		Estación E-3	316,18	/	No cumple

* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR no se estableció un valor máximo permisible del contenido de Sólidos Totales.

** En el Decreto 1594 de 1984, el valor máximo permisible de ST=250mg/L

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2000 -2002

4.1.10. Fosfatos

Tabla 18. Promedio Plurianual Fosfatos 2000 – 2002.

ESTACIONES		RESULTADOS			
	Estaciones E-1, E-2, E-3	La concentración de fosfatos en el agua es fundamental para evaluar el riesgo de eutrofización. Como se demuestra en la figura, el crecimiento de algas es excesivo, por lo tanto cuando estas mueren, su proceso de descomposición dan como resultado una alta demanda de oxígeno, agotando el oxígeno del agua en las tres estaciones. Se obtuvieron valores de 1.78 mg/L a 1.29 mg/L promedio anuales.			
		Punto de Monitoreo	Promedio Fosfatos Año 2000 - 2002	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación E-1	1,78	/	No cumple
		Estación E-2	1,32	/	No cumple
		Estación E-3	1,29	/	No cumple

* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR no se estableció un valor máximo permisible del contenido de Fosfatos.

** En el Decreto 1594 de 1984, el valor máximo permisible de Fosfatos<0.05mg/L

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2000 -2002

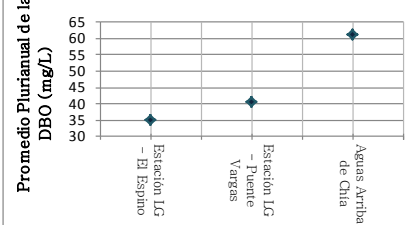
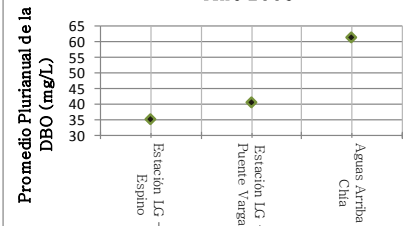
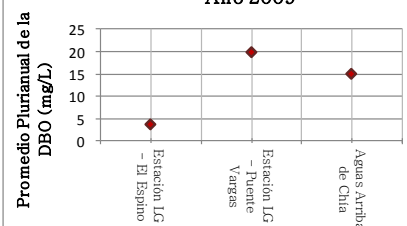
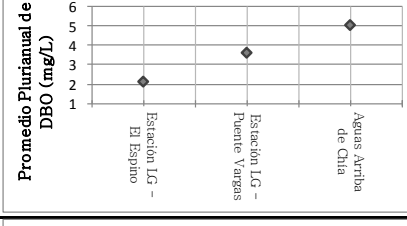
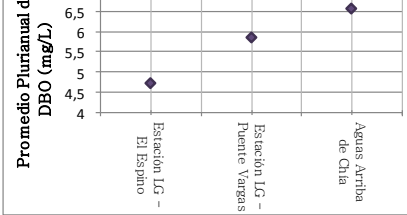
La contaminación originada en los municipios, es predominantemente de tipo orgánico, representada en los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales (exceptuando al municipio de Villapinzón, que no cuenta con PTAR) y de las descargas de áreas urbanas y suburbanas que no están conectadas o no disponen de red de alcantarillado (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, 2010).

4.2. 2007 – 2011

Se analizaron cinco parámetros de calidad, entre ellos físicos, químicos y microbiológicos, con base en los resultados reportados en la campañas de los años 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011.

4.2.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Tabla 19. Resultados Promedio Plurianual de la DBO 2007 – 2011.

AÑOS		RESULTADOS			
Año 2007 		<p>La concentración de DBO tiene un comportamiento ascendente para los tres sectores del río Bogotá. En la primera estación, se reportan concentraciones promedio anuales de 34,95 mg/L. En la segunda se reporta un incremento promedio anual a 40,55 mg/L. En la estación Aguas arriba de Chía se presenta la mayor concentración de DBO con un valor promedio anual de 61 mg/L.</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio DBO₅ Año 2007	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	34,95	Cumple	No cumple
		Estación LG - Puente Vargas	40,55	Cumple	No cumple
		Aguas Arriba de Chía	61	No cumple	No cumple
Año 2008 		<p>Al igual que en el año 2007, la concentración de DBO tiene un comportamiento ascendente para los tres sectores del río Bogotá. En la primera estación, se reportan concentraciones promedio anuales de 34,95 mg/L. En la segunda se reporta un incremento promedio anual a 40,55 mg/L. En la estación Aguas arriba de Chía se presenta la mayor concentración de DBO con un valor promedio anual de 61 mg/L.</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio DBO₅ Año 2008	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	34,95	Cumple	No cumple
		Estación LG - Puente Vargas	40,55	Cumple	No cumple
		Aguas Arriba de Chía	61	No cumple	No cumple
Año 2009 		<p>La concentración de DBO se puede diferenciar en los tres sectores en el perfil longitudinal del río, donde se reportan concentraciones promedio anuales menores a 50 mg/L. En la primera estación se presenta una concentración promedio anual de 3,55 mg/L, la segunda de 19,6 mg/L y la tercera de 15 mg/L. Desde este año, se observa una gran disminución de la DBO con respecto a los años anteriores.</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio DBO₅ Año 2009	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	3,55	Cumple	Cumple
		Estación LG - Puente Vargas	19,6	Cumple	No cumple
		Aguas Arriba de Chía	15	Cumple	No cumple
Año 2010 		<p>En términos de DBO, la concentración de DBO tiene un comportamiento ascendente para los tres sectores del río Bogotá. En la primera estación, se reportan concentraciones promedio anuales de 2,1 mg/L. En la segunda se reporta un incremento promedio anual a 3,6 mg/L. En la estación Aguas arriba de Chía se presenta la mayor concentración de DBO con un valor promedio anual de 5 mg/L.</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio DBO₅ Año 2010	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	2,1	Cumple	Cumple
		Estación LG - Puente Vargas	3,6	Cumple	Cumple
		Aguas Arriba de Chía	5	Cumple	Cumple
Año 2011 		<p>La concentración de DBO tiene un comportamiento variable ascendente en las tres estaciones ubicadas en el río Bogotá. En la primera estación, se reportan concentraciones promedio anuales de 4,7 mg/L. En la segunda se reporta un incremento promedio anual a 5,85 mg/L. En la estación Aguas arriba de Chía se presenta la mayor concentración de DBO con un valor promedio anual de 6,55 mg/L.</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio DBO₅ Año 2011	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	4,7	Cumple	Cumple
		Estación LG - Puente Vargas	5,85	Cumple	Cumple
		Aguas Arriba de Chía	6,55	Cumple	Cumple

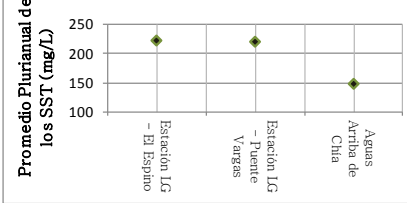
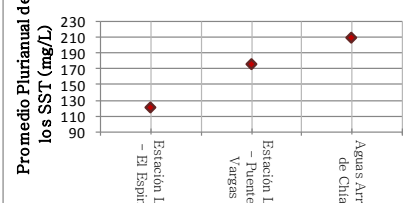
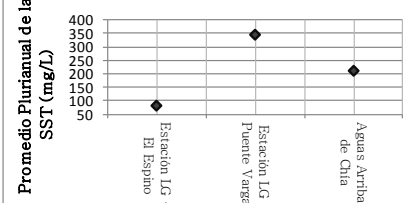
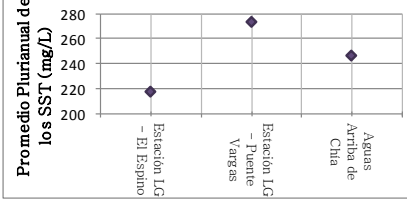
* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR se estableció un valor máximo permisible de DBO=50mg/L.

** En el Decreto 1594 de 1984, el valor máximo permisible de DBO=15mg/L.

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2011

4.2.2. Sólidos Suspendedos Totales

Tabla 20. Resultados Promedio Plurianual SST 2007 – 2011.

AÑOS		RESULTADOS			
Año 2008 		<p>En la cuenca alta, para el año 2008, la primera estación presenta un valor promedio anual de 221 mg/L, la segunda de 219 mg/L y la tercera un valor promedio anual de 146,5 mg/L.</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio SST Año 2008	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	221	No cumple	/
		Estación LG - Puente Vargas	219	No cumple	/
		Aguas Arriba de Chía	146,5	No cumple	/
Año 2009 		<p>El comportamiento de la concentración de Sólidos Suspendedos Totales es ascendente. Inicia con valores entre 120 mg/L y 208 mg/L, entre la Estación LG - El Espino y Aguas Arriba de Chía. Según Acuerdo 43 del 2006 las tres estaciones tienen un objetivo de calidad clase IV, con un valor máximo permisible de 40 mg/L; por lo que ninguna de las tres estaciones cumplen con lo autorizado.</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio SST Año 2009	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	120	No cumple	/
		Estación LG - Puente Vargas	175	No cumple	/
		Aguas Arriba de Chía	208	No cumple	/
Año 2010 		<p>El comportamiento de la concentración de Sólidos Suspendedos Totales inicia con un valor de 81 mg/L promedio anual en la Estación LG - El Espino y asciende hasta la Estación LG - Puente Vargas con un valor promedio anual de 342 mg/L (el más alto registrado en los 4 años). Luego desciende a 207 mg/L promedio anual en la Estación Aguas Arriba de Chía.</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio SST Año 2010	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	81	No cumple	/
		Estación LG - Puente Vargas	342	No cumple	/
		Aguas Arriba de Chía	207	No cumple	/
Año 2011 		<p>En el año 2011, inicia con un valor promedio anual de 217 mg/L promedio anual en la primera estación, la segunda estación presenta un valor promedio anual de 272.5 mg/L y la tercera estación presenta un valor promedio anual de 245.5 mg/L.</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio SST Año 2011	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	217	No cumple	/
		Estación LG - Puente Vargas	272,5	No cumple	/
		Aguas Arriba de Chía	245,5	No cumple	/

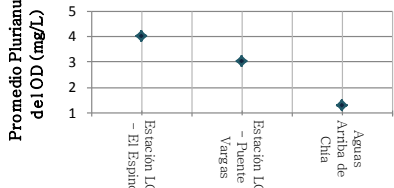

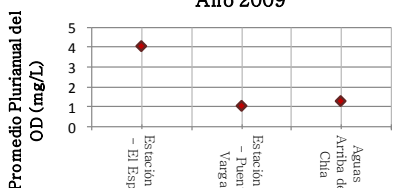
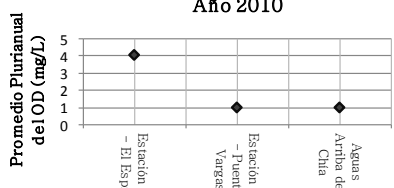
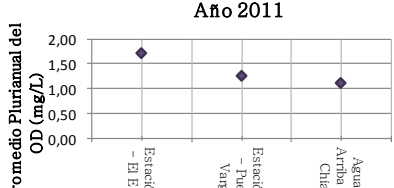
* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR se estableció un valor máximo permisible de SST=40mg/L.

** En el Decreto 1594 de 1984, no se estableció el valor máximo permisible de SST.

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2011

4.2.3. Oxígeno Disuelto

Tabla 21. Resultados Promedio Plurianual OD 2007 – 2011.

AÑOS		RESULTADOS																
<p>Año 2007</p> 		<p>El comportamiento de la concentración de OD es coherente con el perfil de DBO y DQO. La tercera estación presenta concentraciones de OD con valores inferiores a 2 mg/L promedio anuales, lo que implica que el río se comporta como un cuerpo hídrico anaerobio y que no permite el desarrollo de ecosistemas acuáticos; como es el caso de las dos primeras estaciones.</p> <table><tr><th>Punto de Monitoreo</th><th>Promedio OD Año 2007</th><th>Acuerdo 43 del 2006, CAR</th><th>Decreto 1594 de 1984</th></tr><tr><td>Estación LG - El Espino</td><td>4</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr><tr><td>Estación LG - Puente Vargas</td><td>3</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr><tr><td>Aguas Arriba de Chía</td><td>1,3</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr></table>	Punto de Monitoreo	Promedio OD Año 2007	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984	Estación LG - El Espino	4	/	No cumple	Estación LG - Puente Vargas	3	/	No cumple	Aguas Arriba de Chía	1,3	/	No cumple
Punto de Monitoreo	Promedio OD Año 2007	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984															
Estación LG - El Espino	4	/	No cumple															
Estación LG - Puente Vargas	3	/	No cumple															
Aguas Arriba de Chía	1,3	/	No cumple															
<p>Año 2008</p> 		<p>Se muestran valores promedio anuales de 3 mg/L para la primera estación, de 1 mg/L para la segunda estación y de 1.25 mg/L para la tercera estación.</p> <table><tr><th>Punto de Monitoreo</th><th>Promedio OD Año 2008</th><th>Acuerdo 43 del 2006, CAR</th><th>Decreto 1594 de 1984</th></tr><tr><td>Estación LG - El Espino</td><td>3</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr><tr><td>Estación LG - Puente Vargas</td><td>1</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr><tr><td>Aguas Arriba de Chía</td><td>1,25</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr></table>	Punto de Monitoreo	Promedio OD Año 2008	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984	Estación LG - El Espino	3	/	No cumple	Estación LG - Puente Vargas	1	/	No cumple	Aguas Arriba de Chía	1,25	/	No cumple
Punto de Monitoreo	Promedio OD Año 2008	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984															
Estación LG - El Espino	3	/	No cumple															
Estación LG - Puente Vargas	1	/	No cumple															
Aguas Arriba de Chía	1,25	/	No cumple															
<p>Año 2009</p> 		<p>Se muestran valores promedio anuales de 4 mg/L para la primera estación, de 1 mg/L para la segunda estación y de 1.25 mg/L para la tercera estación.</p> <table><tr><th>Punto de Monitoreo</th><th>Promedio OD Año 2009</th><th>Acuerdo 43 del 2006, CAR</th><th>Decreto 1594 de 1984</th></tr><tr><td>Estación LG - El Espino</td><td>4</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr><tr><td>Estación LG - Puente Vargas</td><td>1</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr><tr><td>Aguas Arriba de Chía</td><td>1,25</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr></table>	Punto de Monitoreo	Promedio OD Año 2009	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984	Estación LG - El Espino	4	/	No cumple	Estación LG - Puente Vargas	1	/	No cumple	Aguas Arriba de Chía	1,25	/	No cumple
Punto de Monitoreo	Promedio OD Año 2009	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984															
Estación LG - El Espino	4	/	No cumple															
Estación LG - Puente Vargas	1	/	No cumple															
Aguas Arriba de Chía	1,25	/	No cumple															
<p>Año 2010</p> 		<p>Las tres estaciones presenta concentraciones de OD con valores inferiores a 2 mg/L promedio anuales, lo que implica que el río se comporta como un cuerpo hídrico anaerobio y que no permite el desarrollo de ecosistemas acuáticos.</p> <table><tr><th>Punto de Monitoreo</th><th>Promedio OD Año 2010</th><th>Acuerdo 43 del 2006, CAR</th><th>Decreto 1594 de 1984</th></tr><tr><td>Estación LG - El Espino</td><td>4</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr><tr><td>Estación LG - Puente Vargas</td><td>1</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr><tr><td>Aguas Arriba de Chía</td><td>1</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr></table>	Punto de Monitoreo	Promedio OD Año 2010	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984	Estación LG - El Espino	4	/	No cumple	Estación LG - Puente Vargas	1	/	No cumple	Aguas Arriba de Chía	1	/	No cumple
Punto de Monitoreo	Promedio OD Año 2010	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984															
Estación LG - El Espino	4	/	No cumple															
Estación LG - Puente Vargas	1	/	No cumple															
Aguas Arriba de Chía	1	/	No cumple															
<p>Año 2011</p> 		<p>El comportamiento de la concentración de OD es descendente, se presentan concentraciones promedio anuales de 1.70 mg/L en la primera estación, de 1.25 mg/L en la segunda estación y de 1.1 mg/L en la tercera estación.</p> <table><tr><th>Punto de Monitoreo</th><th>Promedio OD Año 2011</th><th>Acuerdo 43 del 2006, CAR</th><th>Decreto 1594 de 1984</th></tr><tr><td>Estación LG - El Espino</td><td>1,695</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr><tr><td>Estación LG - Puente Vargas</td><td>1,25</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr><tr><td>Aguas Arriba de Chía</td><td>1,1</td><td>/</td><td>No cumple</td></tr></table>	Punto de Monitoreo	Promedio OD Año 2011	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984	Estación LG - El Espino	1,695	/	No cumple	Estación LG - Puente Vargas	1,25	/	No cumple	Aguas Arriba de Chía	1,1	/	No cumple
Punto de Monitoreo	Promedio OD Año 2011	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984															
Estación LG - El Espino	1,695	/	No cumple															
Estación LG - Puente Vargas	1,25	/	No cumple															
Aguas Arriba de Chía	1,1	/	No cumple															

* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR no estableció un valor máximo permisible de OD para la clase IV.

** En el Decreto 1594 de 1984, estableció que el valor mínimo permisible de OD=5,1.

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2011

4.2.4. Coliformes Totales

Tabla 22. Resultados Promedio Plurianual CT 2007 – 2011.

AÑOS		RESULTADOS			
<p>Año 2008</p>		<p>En las estaciones, las concentraciones de CT superan el valor máximo permitido para la clase IV del uso de la cuenca del río Bogotá (Máximo permitido: 20000 NMP/100 ml). El sector comprendido por la primera estación reporta concentraciones promedio anuales de 225000 NMP/100 ml, la segunda estación reporta concentraciones promedio anuales de 750000 NMP/100 ml y la tercera estación reporta concentraciones promedio anuales de 600000 NMP/100 ml.</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio CT Año 2008	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	225000	No cumple	No cumple
		Estación LG - Puente Vargas	750000	No cumple	No cumple
		Aguas Arriba de Chía	600000	No cumple	No cumple
<p>Año 2009</p>		<p>El sector comprendido por la primera estación reporta concentraciones promedio anuales de 108650 NMP/100 ml, la segunda estación reporta concentraciones promedio anuales de 365000 NMP/100 ml y la tercera estación reporta concentraciones promedio anuales de 235000 NMP/100 ml. En las tres estaciones, las concentraciones de CT superan el valor máximo permitido para la clase IV del uso de la cuenca del río Bogotá (Máximo permitido: 20000 NMP/100 ml).</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio CT Año 2009	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	108650	No cumple	No cumple
		Estación LG - Puente Vargas	365000	No cumple	No cumple
		Aguas Arriba de Chía	235000	No cumple	No cumple
<p>Año 2010</p>		<p>En las estaciones, las concentraciones de CT superan el valor máximo permitido para la clase IV del uso de la cuenca del río Bogotá (Máximo permitido: 20000 NMP/100 ml). El sector comprendido por la primera estación reporta concentraciones promedio anuales de 73000 NMP/100 ml, la segunda estación reporta concentraciones promedio anuales de 820000 NMP/100 ml y la tercera estación reporta concentraciones promedio anuales de 750000 NMP/100 ml.</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio CT Año 2010	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	73000	No cumple	No cumple
		Estación LG - Puente Vargas	820000	No cumple	No cumple
		Aguas Arriba de Chía	750000	No cumple	No cumple
<p>Año 2011</p>		<p>El sector comprendido por la primera estación reporta concentraciones promedio anuales de 99500 NMP/100 ml, la segunda estación reporta concentraciones promedio anuales de 105000 NMP/100 ml y la tercera estación reporta concentraciones promedio anuales de 211000 NMP/100 ml. En las estaciones, las concentraciones de CT superan el valor máximo permitido para la clase IV del uso de la cuenca del río Bogotá (Máximo permitido: 20000 NMP/100 ml).</p>			
		Punto de Monitoreo	Promedio CT Año 2011	Acuerdo 43 del 2006, CAR	Decreto 1594 de 1984
		Estación LG - El Espino	99500	No cumple	No cumple
		Estación LG - Puente Vargas	105000	No cumple	No cumple
		Aguas Arriba de Chía	211000	No cumple	No cumple

* En el Acuerdo 43 del 2006 CAR, se estableció un valor máximo permisible de CT=20000 NMP/100L.

** En el Decreto 1594 de 1984, estableció que el valor mínimo permisible de CT=1000 NMP/100L.

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 11

4.1. Avances en la calidad del Río Bogotá

Por lo observado en los anteriores resultados, se puede suponer que se han tomado acciones para el saneamiento del río Bogotá, para lograr los objetivos de calidad propuestos para la cuenca en función de los usos previstos para el recurso hídrico. A continuación se presentan los avances que se observan en materia de calidad del río Bogotá entre el año 2000 y el 2011.

4.1.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno

En Villapinzón (estación E1 y E2), la cuenca obtuvo cargas mayores al valor máximo permitido por lo que se puede decir que es una cuenca más intervenida, tiene un alto contenido de materia orgánica, y por lo tanto refleja prioridades en su ordenamiento y manejo.

Cabe destacar que en la estación Aguas Arriba de Chía presenta, en el 2009, la mayor reducción de DBO donde la concentración pasa de 61 mg/L en el 2008 a 15 mg/L. Para el año 2011, se presenta poca variabilidad en las concentraciones de DBO entre las estaciones y cumplen con el valor máximo permitido.

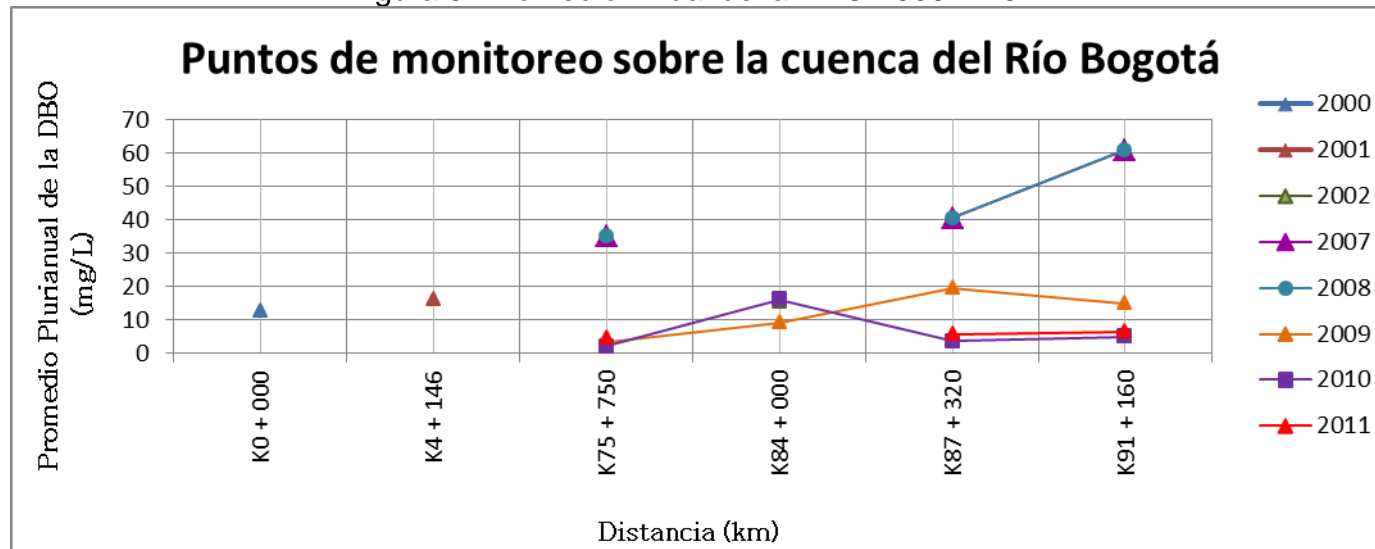
Las estaciones LG - El Espino y LG - Puente Vargas, presentan concentraciones bajas desde los años 2010 y 2011. Obteniendo el contenido de DBO más bajo en el año 2010 con 2.1 mg/L en la estación LG-El Espino y el contenido más alto, con un valor de 40.55 mg/L en la estación LG - Puente Vargas en el año 2007 y 2008. A pesar de eso, en estas estaciones se ha cumplido los objetivos propuestos en el Acuerdo 43 del 2006, CAR, a lo largo del tiempo.

Tabla 23. Promedio Anual de la DBO 2000 – 2011

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	ABSCISADO	DISTANCIA	COTA	2000	2001	2002	2007	2008	2009	2010	2011	OBJETIVO CALIDAD DBO (mg/L) Valor máximo	Clase DBO
Estación E1 - Aguas Arriba de Villapinzón	1055836	1070203	K0 + 000	0,0	2802	12,81								7	II
Estación E2 - Aguas Debajo de Villapinzón	1053523	1068988	K4 + 146	4,1	2771		16,21							7	II
Estación LG - El Espino	1011628	1044139	K75 + 750	75,8	2552				34,95	34,95	3,55	2,10	4,70	50	IV
Estación E3 - Cajicá	1010000	1043000	K84 + 000	84,0	2550			15,45			9,30	16,16		50	IV
Estación LG - Puente Vargas	1007836	1035833	K87 + 320	87,3	2545				40,55	40,55	19,60	3,60	5,85	50	IV
Aguas Arriba de Chía	1006687	1032983	K91 + 160	91,2	2557				61,00	61,00	15,00	5,00	6,55	50	IV
Máximo						12,81	16,21	15,45	61,00	61,00	19,60	16,16	6,55		
Mínimo									34,95	34,95	3,55	2,10	4,70		

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2011 y estudios anteriores UMNG 2000 -2010

Figura 5. Promedio Anual de la DBO 2000 – 2011



Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2011 y estudios anteriores UMNG 2000 -2010

4.1.2. *Sólidos Suspendidos Totales*

La medición de este indicador es importante puesto que su presencia disminuye el paso de la luz a través del agua, evitando que las plantas realicen su actividad fotosintética (que es importante para la producción de oxígeno). Por lo tanto, se refleja mayores prioridades en el ordenamiento, intervención y manejo de la cuenca en estos sectores.

Para los años 2000 a 2011, se reportan concentraciones que cuadriplican lo establecido en los objetivos de calidad. La estación con la mayor concentración fue la Estación LG – Puente Vargas con un valor de 342 mg/L en el año 2010. En este mismo año se presenta, en la Estación LG – El Espino, la menor concentración de SST con un valor de 81 mg/L.

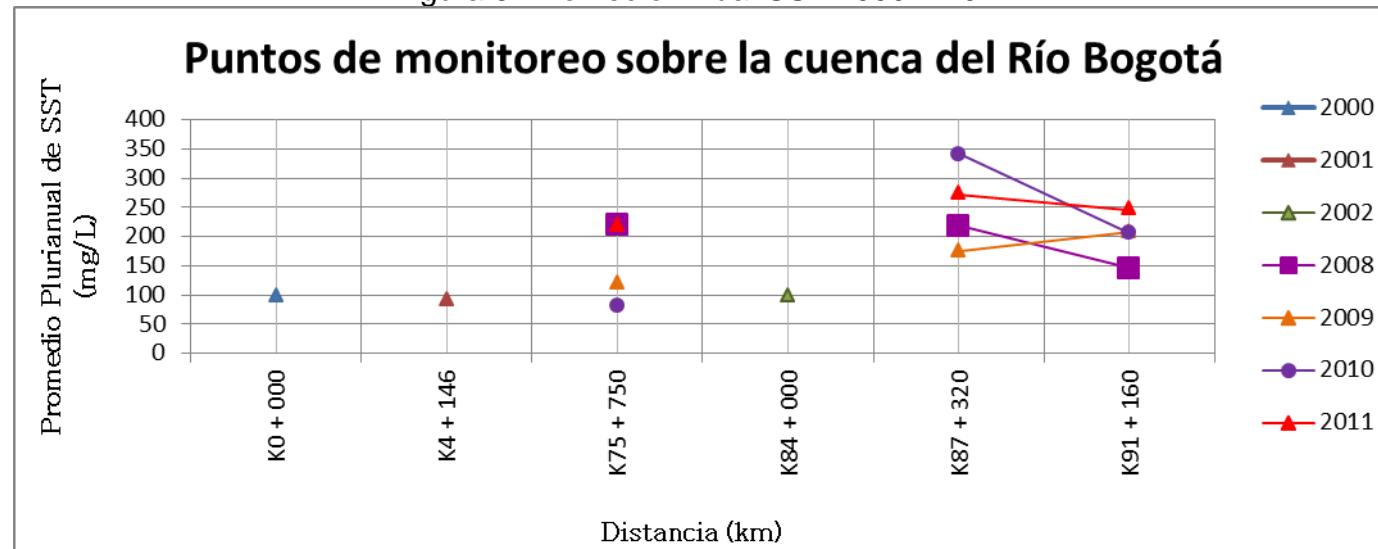
Las estaciones monitoreadas por la UMNG no cumplieron con el objetivo de calidad para la clase respectiva. En la cuenca alta del río Bogotá, las concentraciones de SST en todos los puntos de monitoreo, no se encuentran dentro de los valores establecidos, incumpliendo así con los objetivos de calidad.

Tabla 24. Promedio Anual SST 2000 – 2011

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	ABSCISADO	COTA	2000	2001	2002	2008	2009	2010	2011	OBJETIVO CALIDAD SST (mg/L) Valor máximo	Clase SST
Estación E1 - Aguas Arriba de Villapinzón	1055836	1070203	K0 + 000	2802	97,08							10	II
Estación E2 - Aguas Debajo de Villapinzón	1053523	1068988	K4 + 146	2771		89,82						10	II
Estación LG - El Espino	1011628	1044139	K75 + 750	2552				221,0	120,0	81,0	217,0	40	IV
Estación E3 - Cajicá	1010000	1043000	K84	2550			96,90					40	IV
Estación LG - Puente Vargas	1007836	1035833	K87 + 320	2545				219,0	175,0	342,0	272,5	40	IV
Aguas Arriba de Chía	1006687	1032983	K91 + 160	2557				146,5	208,0	207,0	245,5	40	IV
Máximo					97,08	89,82	96,90	221,00	208,00	342,00	272,50		
Mínimo								146,50	120,00	81,00	217,00		

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2011 y estudios anteriores UMNG 2000 -2010

Figura 6. Promedio Anual SST 2000 – 2011



Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2011 y estudios anteriores UMNG 2000 -2010

4.1.3. Oxígeno Disuelto

Estos niveles bajos de OD pueden encontrarse en áreas donde el material orgánico está en descomposición. Las bacterias requieren descomponer desechos orgánicos y, por lo tanto, disminuyen el oxígeno del agua; los peces y otros organismos no pueden sobrevivir. El OD está muy influido por la velocidad del río (baja velocidad, baja el OD), por la salinidad o la altitud (cambio de presión).

En los años 2000 y 2001, las concentraciones de OD no se encuentran dentro de los valores establecidos incumpliendo así con los objetivos de calidad. Con respecto a los siguientes años, se registran concentraciones bajas de OD, a pesar de que para las clases en las que se encuentran estos puntos, no se estableció un valor máximo permitido para éste parámetro, encontrándose concentraciones promedio anuales entre 1 mg/L y 4 mg/L (dándose esta en la Estación LG – El Espino en los años 2007, 2009 y 2010).

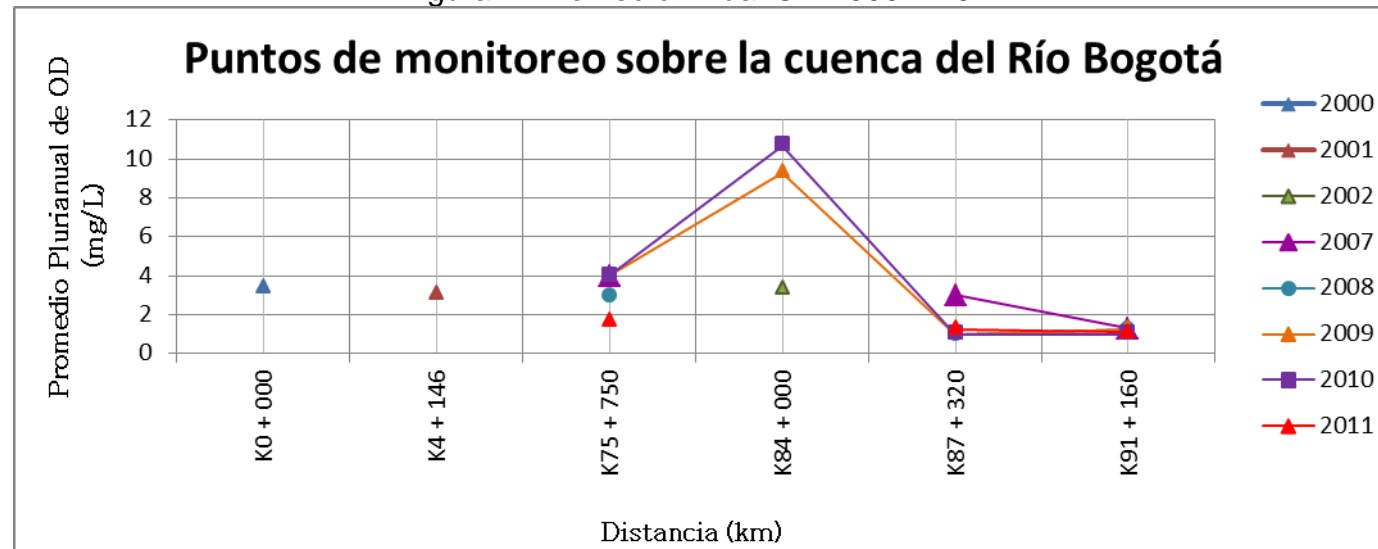
En la estación E3, se presentó un aumento de contenido de OD de 3.29 mg/L a 10.68 mg/L. A pesar de ello, el contenido de OD es muy bajo por la cantidad de SST que se presenta en este sector.

Tabla 25. Promedio Anual OD 2000 – 2011

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	ABSCISADO	COTA	2000	2001	2002	2007	2008	2009	2010	2011	OBJETIVO CALIDAD OD (mg/L) Valor máximo	Clase CT
Estación E1 - Aguas Arriba de Villapinzón	1055836	1070203	K0 + 000	2802	3,40								>4	II
Estación E2 - Aguas Debajo de Villapinzón	1053523	1068988	K4 + 146	2771		3,02							>4	II
Estación LG - El Espino	1011628	1044139	K75 + 750	2552				4,00	3,00	4,00	4,00	1,70	—	IV
Estación E3 - Cajicá	1010000	1043000	K84	2550			3,29			9,30	10,68		—	IV
Estación LG - Puente Vargas	1007836	1035833	K87 + 320	2545				3,00	1,00	1,00	1,00	1,25	—	IV
Aguas Arriba de Chía	1006687	1032983	K91 + 160	2557				1,30	1,25	1,25	1,00	1,10	—	IV
Máximo					3,40	3,02	3,29	4,00	3,00	9,30	10,68	1,70		
Mínimo								1,30	1,00	1,00	1,00	1,10		

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2011 y estudios anteriores UMNG 2000 -2010

Figura 7. Promedio Anual OD 2000 – 2011



Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2011 y estudios anteriores UMNG 2000 -2010

4.1.4. Coliformes Totales

Un alto contenido de Coliformes totales es un indicio de que el agua está contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición.

Para este parámetro en la cuenca alta, las concentraciones de CT, disminuyeron en los 3 puntos monitoreados, aunque están por encima de lo permitido para esta clase. Cabe destacar que en la Estación LG – Puente Vargas se dio el mayor aumento pasando de concentraciones de 365000 NMP/100 ml en el 2009, a 820000 NMP/100 ml en 2010.

Las estaciones monitoreadas por la UMNG no se les realizaron ensayos sobre las concentraciones de CT.

Por lo anterior en la cuenca alta las concentraciones de CT, la mayoría de los puntos de monitoreo, no se encuentran dentro de los valores establecidos, incumpliendo así con los Objetivos de Calidad.

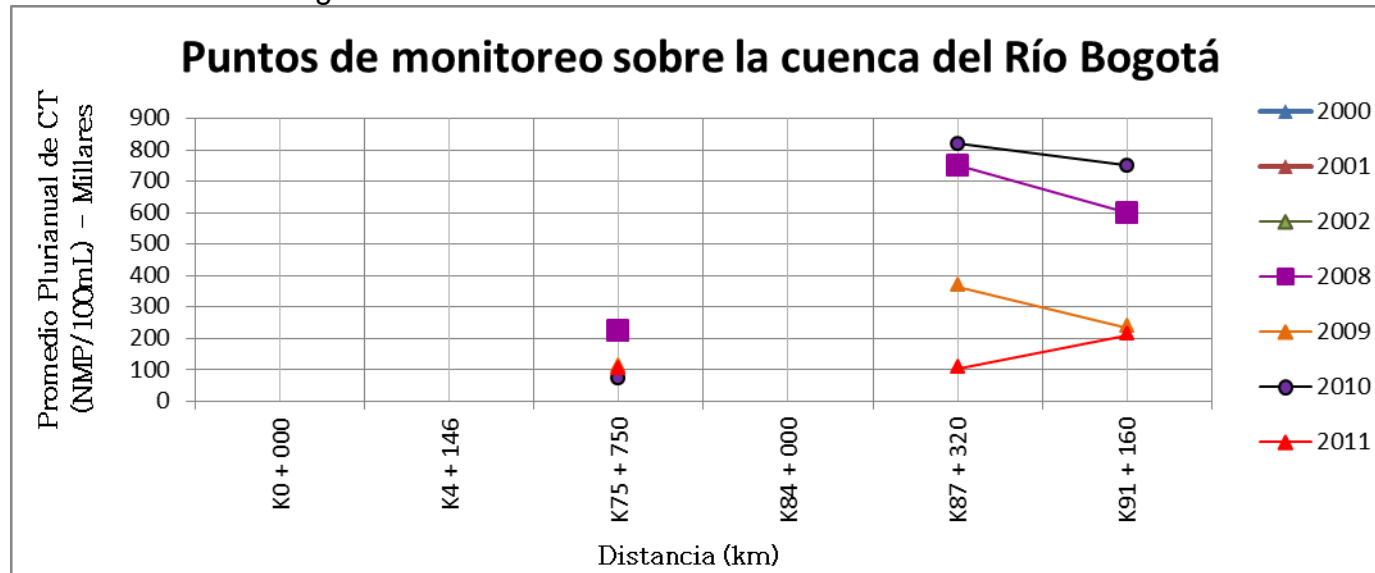
.

Tabla 26. Promedio Anual Coliformes Totales 2000 – 2011

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	ABSCISADO	COTA	2000	2001	2002	2008	2009	2010	2011	OBJETIVO CALIDAD CT (NMP/100 mL) Valor máximo	Clase CT
Estación E1 - Aguas Arriba de Villapinzón	1055836	1070203	K0 + 000	2802								20000	II
Estación E2 - Aguas Debajo de Villapinzón	1053523	1068988	K4 + 146	2771								20000	II
Estación LG - El Espino	1011628	1044139	K75 + 750	2552				225000	108650	73000	99500	20000	IV
Estación E3 - Cajicá	1010000	1043000	K84	2550								20000	IV
Estación LG - Puente Vargas	1007836	1035833	K87 + 320	2545				750000	365000	820000	105000	20000	IV
Aguas Arriba de Chía	1006687	1032983	K91 + 160	2557				600000	235000	750000	211000	20000	IV
Máximo								750000	365000	820000	211000		
Mínimo								225000	108650	73000	99500		

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2011 y estudios anteriores UMNG 2000 -2010

Figura 8. Promedio Anual Coliformes Totales 2000 – 2011



Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2011 y estudios anteriores UMNG 2000 -2010

4.2. Evaluación actual frente a otros objetivos de calidad del agua

En las siguientes tablas se puede observar que el agua puede ser utilizada en otras clases de uso, que no es la determinada por la CAR. Un ejemplo de ello, es el agua que llega a las estaciones LG – El Espino y LG- Puente Vargas; a ésta se le puede dar uso para la generación de energía y uso industrial (Clase V), con la condición de disminuir su contenido de SST; ya que cumple con los objetivos de calidad.

Por el contrario, para la estación Aguas Arriba de Chía, sus objetivos de calidad sólo cumple en los parámetros de OD y DBO; contiene un altísimo contenido de Coliformes Totales (la estación con más alto contenido) y de SST.

Tabla 27. Evaluación de cumplimiento DBO Acuerdo 43 del 2006

ESTACIÓN	ABSCISADO	VALOR ACTUAL (2011)	USOS DE AGUA - CALIDAD ACTUAL									
			Clase 1		Clase 2		Clase 3		Clase 4		Clase 5	
			Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento
Estación E1 - Aguas Arriba de Villapinzón	K0 + 000	N/A	7		7		20		50		70	
Estación E2 - Aguas Debajo de Villapinzón	K4 + 146	N/A	7		7		20		50		70	
Estación LG - El Espino	K75 + 750	4,7	7	Cumple	7	Cumple	20	Cumple	50	Cumple	70	Cumple
Estación E3 - Cajicá	K84 + 000	N/A	7		7		20		50		70	
Estación LG - Puente Vargas	K87 + 320	5,85	7	Cumple	7	Cumple	20	Cumple	50	Cumple	70	Cumple
Aguas Arriba de Chía	K91 + 160	6,55	7	Cumple	7	Cumple	20	Cumple	50	Cumple	70	Cumple

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2011 y Acuerdo 43 del 2006, CAR 2006

Tabla 28. Evaluación de cumplimiento SST frente al Acuerdo 43 del 2006

ESTACIÓN	ABSCISADO	VALOR ACTUAL (2011)	USOS DE AGUA - CALIDAD ACTUAL									
			Clase 1		Clase 2		Clase 3		Clase 4		Clase 5	
			Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento
Estación E1 - Aguas Arriba de Villapinzón	K0 + 000	N/A	10		10		20		40		50	
Estación E2 - Aguas Debajo de Villapinzón	K4 + 146	N/A	10		10		20		40		50	
Estación LG - El Espino	K75 + 750	217	10	No Cumple	10	No Cumple	20	No Cumple	40	No Cumple	50	No Cumple
Estación E3 - Cajicá	K84 + 000	N/A	10		10		20		40		50	
Estación LG - Puente Vargas	K87 + 320	272,5	10	No Cumple	10	No Cumple	20	No Cumple	40	No Cumple	50	No Cumple
Aguas Arriba de Chía	K91 + 160	245,5	10	No Cumple	10	No Cumple	20	No Cumple	40	No Cumple	50	No Cumple

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2011 y Acuerdo 43 del 2006, CAR 2006

Tabla 29. Evaluación de cumplimiento OD frente al Acuerdo 43 del 2006

ESTACIÓN	ABSCISADO	VALOR ACTUAL (2011)	USOS DE AGUA - CALIDAD ACTUAL									
			1		2		3		4		5	
			Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento
Estación E1 - Aguas Arriba de Villapinzón	K0 + 000	N/A	4		4		4		N/A		N/A	
Estación E2 - Aguas Debajo de Villapinzón	K4 + 146	N/A	4		4		4		N/A		N/A	
Estación LG - El Espino	K75 + 750	1,7	4	Cumple	4	No Cumple	4	No Cumple	N/A	Cumple	N/A	Cumple
Estación E3 - Cajicá	K84 + 000	N/A	4		4		4		N/A		N/A	
Estación LG - Puente Vargas	K87 + 320	1,3	4	Cumple	4	No Cumple	4	No Cumple	N/A	Cumple	N/A	Cumple
Aguas Arriba de Chía	K91 + 160	1,1	4	Cumple	4	No Cumple	4	No Cumple	N/A	Cumple	N/A	Cumple

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2011 y Acuerdo 43 del 2006, CAR 2006

Tabla 30. Evaluación de cumplimiento CT frente al Acuerdo 43 del 2006

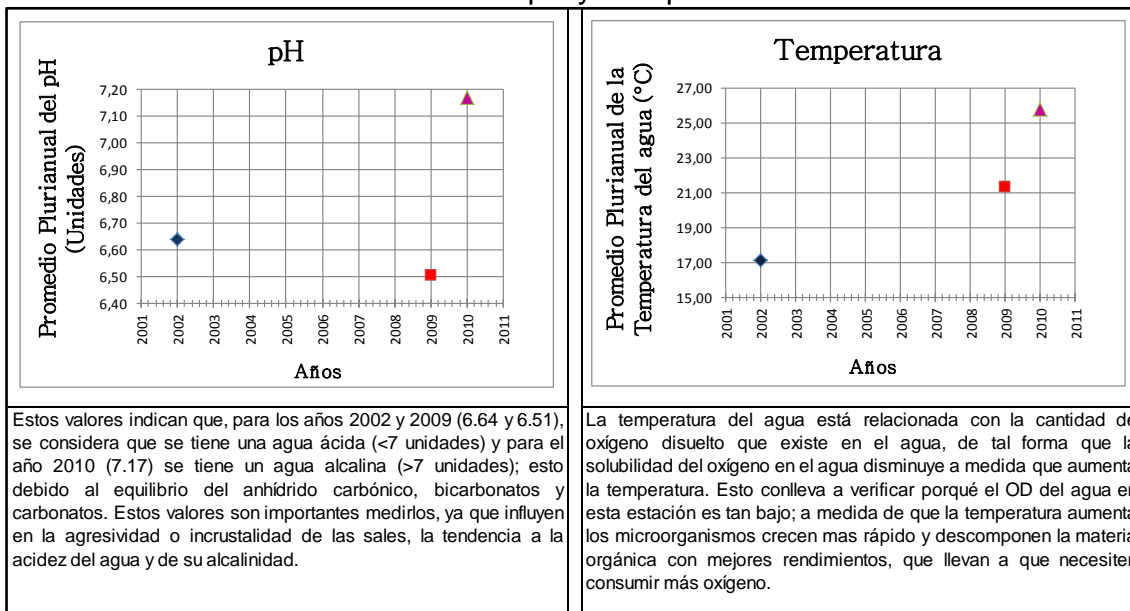
ESTACIÓN	ABSCISADO	VALOR ACTUAL (2011)	USOS DE AGUA - CALIDAD ACTUAL									
			1		2		3		4		5	
			Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento	Valor objetivo	Cumplimiento
Estación E1 - Aguas Arriba de Villapinzón	K0 + 000	N/A	5000		20000		5000		20000		N/A	
Estación E2 - Aguas Debajo de Villapinzón	K4 + 146	N/A	5000		20000		5000		20000		N/A	
Estación LG - El Espino	K75 + 750	99500	5000	No Cumple	20000	No Cumple	5000	No Cumple	20000	No Cumple	N/A	Cumple
Estación E3 - Cajicá	K84 + 000	N/A	5000		20000		5000		20000		N/A	
Estación LG - Puente Vargas	K87 + 320	105000	5000	No Cumple	20000	No Cumple	5000	No Cumple	20000	No Cumple	N/A	Cumple
Aguas Arriba de Chía	K91 + 160	211000	5000	No Cumple	20000	No Cumple	5000	No Cumple	20000	No Cumple	N/A	Cumple

Fuente: Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2011 y Acuerdo 43 del 2006, CAR 2006

4.3. Seguimiento a la estación E3.

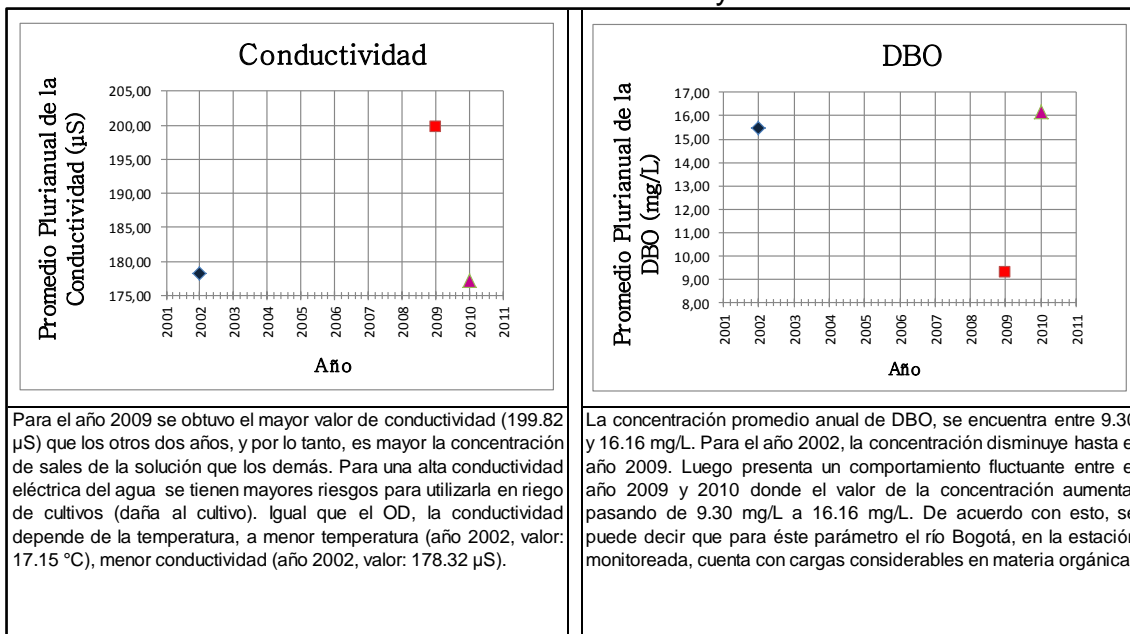
Se analizaron seis parámetros de calidad física y química con base en los resultados reportados de los años 2002, 2010 y 2011. Las gráficas presentan los valores promedio anual para cada parámetro en la estación E3.

Tabla 31. Promedio Anual pH y Temperatura - Estación E3.



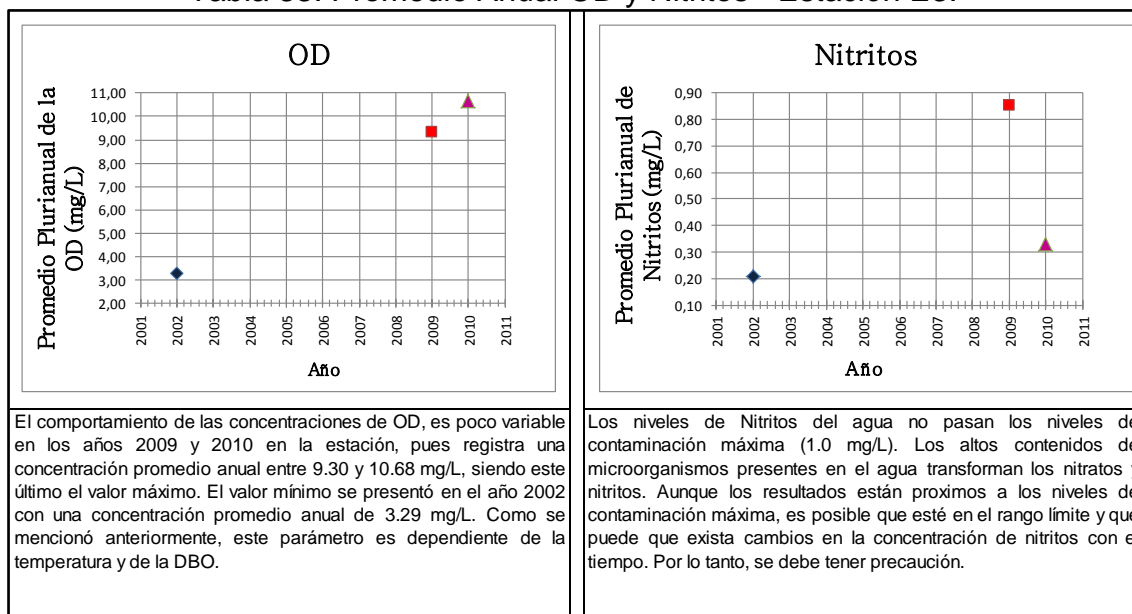
Fuente: Estudios anteriores UMNG 2001 -2011

Tabla 32. Promedio Anual Conductividad y DBO - Estación E3.



Fuente: Estudios anteriores UMNG 2001 -2011

Tabla 33. Promedio Anual OD y Nitritos - Estación E3.



Fuente: Estudios anteriores UMNG 2001 -2011

Viendo esto, la estación E3, ha venido siendo contaminada con sustancias orgánicas y reacciones químicas que afectan en un alto porcentaje el contenido de oxígeno disuelto, y por ende, todos los demás parámetros. Algunas de las variables aquí presentadas no cumplen con su dependencia unas con otras, y esto debido a que no todas las variables fueron tomadas por los mismos estudiantes ni los mismos días del año. Pero sí, dan idea de lo que ha sucedido en la cuenca.

CONCLUSIONES

En las Estaciones E1 – Aguas Arriba de Villapinzón y E2 – Aguas Debajo de Villapinzón, en el año 2000 y 2001 respectivamente, se observaron altas concentraciones de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (12.81 mg/L y 16.21 mg/L), en los Sólidos Suspendidos Totales (97.08 mg/L y 89.82 mg/L), así como la disminución del Oxígeno Disuelto (3.40 mg/L y 3.02 mg/L), que impiden el uso del agua para consumo humano, doméstico, preservación de Flora y Fauna, agrícola y pecuario, correspondientes a los objetivos de calidad del agua clase II según el Acuerdo 43 del 2006. Para estas dos estaciones no se midió la concentración de Coliformes Totales.

Las Estaciones LG – El Espino, LG – Puente Vargas y Aguas Arriba de Chía, para el año 2011, presentaron concentraciones altas, triplicando el valor admitido, de Sólidos Suspendidos Totales (217 mg/L, 272.5 mg/L y 245.5 mg/L) y de Coliformes Totales (99500 NMP/100L, 105000 NMP/100L, 211000 NMP/100L), impidiendo el uso del agua para usos agrícolas y pecuarios.

En esta área, por lo contrario, contando con la Estación E3 – Cajicá y las 3 anteriores estaciones, pero para el año 2010, se cumple con el valor de DBO (máximo permitido: 50 mg/L) correspondiente a los objetivos de calidad del agua clase IV según el Acuerdo 43 del 2006, con el valor de 16.16 mg/L respectivamente.

Para las estaciones LG – El Espino y LG- Puente Vargas se observó que se le puede dar uso al agua para la generación de energía y uso industrial (Clase V), con la condición de disminuir su contenido de SST; ya que cumple con los objetivos de calidad.

La estación Aguas Arriba de Chía, sus objetivos de calidad sólo cumple en los parámetros de OD y DBO; contiene un altísimo contenido de Coliformes Totales (la estación con más alto contenido) y de SST.

En la estación ubicada en la Hacienda RíoGrande (propiedad de la Universidad Militar Nueva Granada), se obtuvo una gran variación en los parámetros medidos en el año 2009.

Por lo contrario, para su último año medido (2010) los parámetros de pH, temperatura, conductividad, OD y nitritos cumplen con el Decreto 1594 de 1984 (no cumple con DBO).

Para esta estación, el agua puede ser utilizada para fines agrícolas con restricciones y pecuarios o para la generación de energía y usos industriales. Se ve la necesidad de medir el contenido de SST y Coliformes totales, para la actualización de datos; ya que desde el año 2002 no se miden estos parámetros.

Cabe destacar la necesidad de continuar su monitoreo para determinar la calidad del agua en esa zona y tratar de observar en qué lugar está procediendo la contaminación con materia orgánica y los vertimientos industriales que hacen que el agua en la cuenca alta del río Bogotá llegue tan contaminada a la estación Aguas Arriba de Chía.

En este trabajo se evidenció el altísimo contenido, en todas las estaciones, de Coliformes totales, y por lo tanto, el bajo contenido de OD y de DBO, ya que son directamente proporcionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Cañas Arias, J. S. (2010). *Evaluación de los índices de contaminación (ICOs) para el río Bogotá. Caso de estudio: Tramo Tibitoc - Cajicá*. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. (2010). *Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2007 – 2009*. Bogotá D.C.: Autoridad Ambiental con Alternativas de Desarrollo.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. (2010). *Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2010*. Bogotá D.C.: Autoridad Ambiental con Alternativas de Desarrollo.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. (2010). *Río Bogotá. Adecuación hidráulica y recuperación ambiental*. Bogotá D.C.: FIAB.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. (2011). *Boletín de calidad de las cuencas de la jurisdicción CAR 2011*. Bogotá D.C.: Autoridad Ambiental con Alternativas de Desarrollo.
- Jaime, A., Mora, A., & Sierra, J. (2002). *Monitoreo de parámetros físico-químicos, en la cuenca alta del Río Bogotá*. Bogotá D.C.: Ciencia e Ingeniería Neogranadina.
- Peña Guzmán, C. (2010). *Procesos de monitoreo a la calidad hídrica del Río Bogotá realizados por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR- Bogotá, 2010*. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- Pinzón Solano, R. O. (2010). *Caracterización química del agua del río Bogotá fase V caso de estudio tramo desde la confluencia del río Neusa hasta la intersección vía Autopista norte Cajicá*. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada.
- Puentes Muñoz, M. V. (2011). *Caracterización hidrológica y de calidad de agua para el río Bogotá. Tramo comprendido entre la confluencia del río Neusa hasta la intersección vía Autopista Norte -Cajicá. aspectos microbiológicos*. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada.
- Ramírez Echeverry, S. (2011). *Evaluación de los índices de calidad (ICAs) para el río Bogotá. Caso de estudio: tramo Tibitoc - Cajicá*. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada.
- Valencia Aguilar, C. M. (2010). *Caracterización química del agua del río Bogotá fase I. Caso de estudio tramo desde la confluencia del río Neusa hasta la intersección vía autopista norte - Cajicá*. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada.
- Vélez Flórez, M. (2011). *Caracterización hidrológica y de calidad de agua para el río Bogotá. Tramo comprendido entre la confluencia del río Neusa*

hasta la intersección vía autopista norte - Cajicá. Bogotá D.C.:
Universidad Militar Nueva Granada.

Zambrano, J., Mora Pinzón, J. A., & M. A. (2002). *Monitoreo de calidad del agua: aspectos físico-químicos, cuenca alta del río Bogotá.* Bogotá D.C.:
Universidad Militar Nueva Granada.

ANEXO A. DATOS RECOLECTADOS.

Tabla 34. Datos obtenidos Estación E3 Año 2000 - 2001.

Fecha	pH (Unidades)	Temperatura H ₂ O (C°)	OD (mg/L)	Conductividad (uS)	SST (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Nitritos (mg/L)	ST (mg/L)	Fosfa. LR (mg/L)
19/05/2000	6,90	19,20		160,00						
02/06/2000	6,70	17,00		230,00						
07/06/2000	5,60	16,20		250,00						
15/06/2000	6,40	16,40		160,00						
22/06/2000	6,60	15,70		100,00						
29/06/2000	6,50	16,00		250,00						
31/08/2000	6,60	15,00	2,60	210,00				0,82		
13/09/2000	7,50	14,50	5,50	20,00				0,06		
28/09/2000	6,50	16,50	5,00	180,00				0,04		
12/10/2000	7,50	17,00	4,20	10,00				0,05		
26/10/2000	7,60	16,00	2,80	10,00				0,14		
08/03/2001	6,90	18,00	2,00	370,00				0,07		
22/03/2001	6,90	16,00	2,80	10,00				0,11		
05/04/2001	6,80	19,00	1,20		179,00			0,44	435,00	2,60
19/04/2001	6,50	16,50	2,40	190,00	183,00	79,20		0,03	434,00	0,70
03/05/2001	7,00	19,50	3,20		80,00	9,80	18,10	0,60	179,00	4,00
17/05/2001	7,10	20,00	2,40	170,00	60,00	74,50	12,90	0,03	164,00	0,90
31/05/2001	7,00	17,00	3,40		75,00	30,00	12,00	0,93	181,00	1,70
14/06/2001	7,30	16,00	2,20	350,00	106,00	33,60	21,50	0,06	263,00	3,20
21/06/2001	6,90	16,50	3,00	40,00		13,00	22,70	0,05		1,60
28/06/2001	6,80	15,00	3,60	150,00	103,00	2,60	24,80	0,40	238,00	1,70
05/07/2001	6,60	14,80	3,00	250,00	49,00		5,90	0,03	122,00	0,80
12/07/2001	6,80	16,00	4,90	170,00	43,00	10,10	12,20	0,50	122,00	0,90
18/07/2001	6,60	15,00	3,60	140,00	45,00	8,20	5,40	0,04	133,00	2,00
26/07/2001	6,80	15,00	5,60	170,00	55,00	25,50	3,60	0,04	115,00	3,50
09/08/2001	6,50	14,20	3,30	130,00	152,00	5,40	9,70	0,06	384,00	0,60
23/08/2001	6,60	16,00	4,80	80,00	132,00	72,90	4,90	0,03	315,00	0,70
PROMEDIOS	6,80	16,44	3,40	158,33	97,08	30,40	12,81	0,22	237,31	1,78

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2001 -2011

Tabla 35. Datos obtenidos Estación E3 Año 2001 - 2002.

Fecha	pH (Unidades)	Temperatura H ₂ O (C°)	OD (mg/L)	Conductividad (uS)	SST (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Nitritos (mg/L)	ST (mg/L)	Fosfa. LR (mg/L)
06/09/2001	6,62	13,00	3,00	186,20	207,00	24,62	15,30	0,02	487,00	0,02
20/09/2001	6,53	16,30	3,50	136,80	214,00	29,51	14,05	0,03	505,00	1,02
04/10/2001	6,20	15,00	2,30	228,00	96,00	21,82	20,40	0,10	211,00	0,98
18/10/2001	6,66	14,00	3,00	221,20	110,00	34,60	19,30	0,03	240,00	1,26
01/11/2001	6,60	18,50	2,80	178,60	110,00	26,30	22,35	0,67	230,00	1,94
15/11/2001	6,56	20,00	3,00	182,40	40,00	28,70	16,10	0,14	135,00	1,71
29/11/2001	8,14	14,00	3,20	200,00	140,00	28,50	18,70	0,12	315,00	1,30
06/12/2001	6,40	17,00	2,50	190,00	70,00	26,48	19,70	0,07	245,00	1,09
13/12/2001	6,86	17,50	2,80	387,60	115,00	21,50	10,65	0,05	245,00	1,34
20/12/2001	6,65	16,00	2,60	224,20	85,00	19,56	21,75	0,04	240,00	1,62
27/12/2001	6,63	17,50	4,00	311,60	55,00	19,62	17,10	0,12	270,00	0,92
10/01/2002	6,83	18,00	2,20	281,20	40,00	23,06	16,65	0,06	280,00	1,40
17/01/2002	6,93	18,50	2,30	311,60	85,00	34,06	14,10	0,05	415,00	0,97
24/01/2002	6,98	18,00	4,00	296,40	50,00	30,80	15,45	0,07	300,00	1,62
31/01/2002	6,55	20,00	2,80	83,60	50,00	30,74	13,10	0,04	190,00	2,49
07/02/2002	6,36	22,00	2,60	129,20	40,00	27,72	11,70	0,04	140,00	1,12
21/02/2002	6,86	19,00	4,70	182,40	20,00	30,12	9,20	0,09	145,00	1,62
PROMEDIOS	6,73	17,31	3,02	219,47	89,82	26,92	16,21	0,10	270,18	1,32

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2001 -2011

Tabla 36. Datos obtenidos Estación E3 Año 2002.

Fecha	pH (Unidades)	Temperatura H ₂ O (C°)	OD (mg/L)	Conductividad (uS)	SST (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Nitritos (mg/L)	ST (mg/L)	Fosfa. LR (mg/L)
07/03/2002	7,27	21,40	2,48	206,30	215,00	19,24	12,62	0,05	680,00	1,72
21/03/2002	6,93	18,00	3,44	165,68	140,00	18,65	14,20	0,06	375,00	1,16
04/04/2002	7,11	18,70	3,18	258,40	45,00	18,91	18,45	0,18	250,00	1,72
18/04/2002	6,71	17,60	3,10	171,00	50,00	17,40	14,70	0,04	180,00	1,30
02/05/2002	6,62	16,00	3,15	235,60		24,30	9,15	0,66		1,42
03/05/2002	6,62	16,00	3,15	235,60	65,00	24,30	9,15	0,66	225,00	1,42
16/05/2002	6,67	17,00	2,81	114,00		18,07	15,63	0,08		1,26
17/05/2002	6,67	17,00	2,81	114,00	90,90	18,07	15,63	0,08	250,00	1,26
30/05/2002	6,48	16,60	3,67	197,60		16,27	18,33	0,07		1,42
31/05/2002	6,48	16,60	3,67	197,60	115,00	16,27	18,33	0,07	365,00	1,42
15/08/2002	6,40	16,60	3,10	95,00	140,00	25,06	13,60	0,51	200,00	1,20
29/08/2002	6,73	18,00	3,92	152,00	102,00	17,21	19,40	0,46	550,00	1,16
12/09/2002	5,96	15,70	3,85	174,80	78,00	21,51	18,60	0,08	198,00	0,97
13/09/2002	5,96	15,70	3,85	174,80		21,51	18,60	0,08		0,97
26/09/2002	6,96	16,30	3,17	182,40	25,00	23,35	15,42	0,02	205,00	0,97
PROMEDIOS	6,64	17,15	3,29	178,32	96,90	20,01	15,45	0,21	316,18	1,29

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2001 -2011

Tabla 37. Datos obtenidos Estación E3 Año 2009.

Fecha	pH (Unidades)	Temperatura H ₂ O (C°)	OD (mg/L)	Conductividad (uS)	DBO (mg/L)	Nitritos (mg/L)	ST (mg/L)
21/09/2009	6,60		7,92		7,92		20,00
22/09/2009				237,00			
19/10/2009	6,87	21,13	9,60	236,00	9,60	0,75	32,00
09/11/2009	6,12						
23/11/2009	6,43	21,53	10,38	126,47	10,38	0,96	28,00
PROMEDIOS	6,51	21,33	9,30	199,82	9,30	0,86	26,67

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2001 -2011

Tabla 38. Datos obtenidos Estación E3 Año 2010.

Fecha	pH (Unidades)	Temperatura H ₂ O (C°)	OD (mg/L)	Conductividad (uS)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Nitritos (mg/L)
01/02/2010	7,17	25,83	3,75	177,20			
02/02/2010							0,53
04/08/2010			20,60			20,60	
05/08/2010			6,26		41,41	20,60	0,32
18/08/2010			28,00			28,00	
19/08/2010			6,72			28,00	0,62
01/09/2010			20,10			20,10	
03/09/2010			6,35		50,53	20,10	0,27
15/09/2010			7,40			7,40	
22/09/2010					56,00	3,70	0,14
29/09/2010			7,20				
01/10/2012					43,24		0,43
03/11/2010			7,45				
17/11/2010							
19/11/2010			7,69		50,53		0,17
01/12/2010			9,80			9,80	
03/12/2010			7,57		48,71	3,30	0,17
PROMEDIOS	7,17	25,83	10,68	177,20	48,40	16,16	0,33

Fuente: Estudios anteriores UMNG 2001 -2011